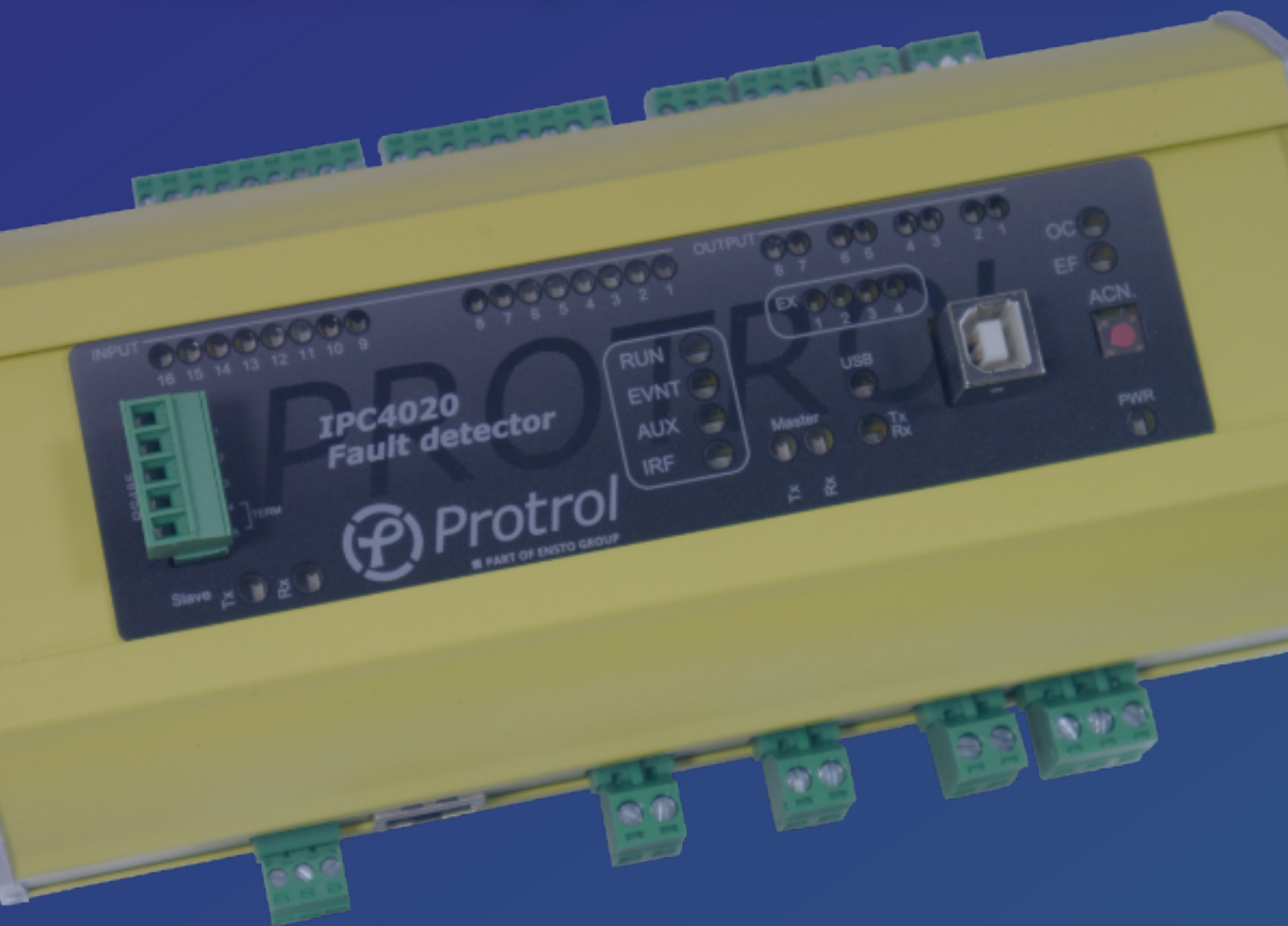




Feldetektering och nätautomation

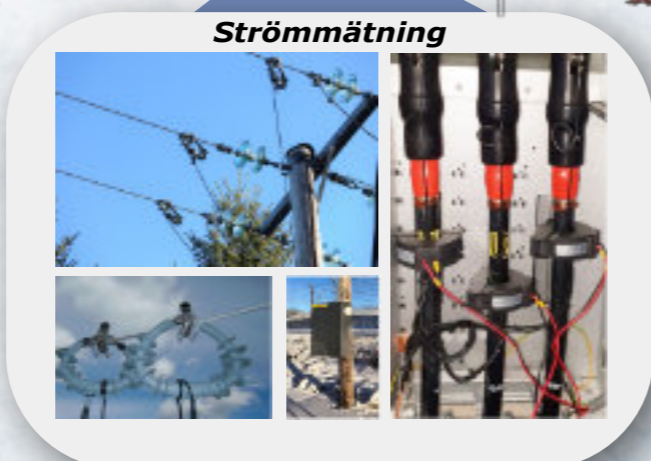
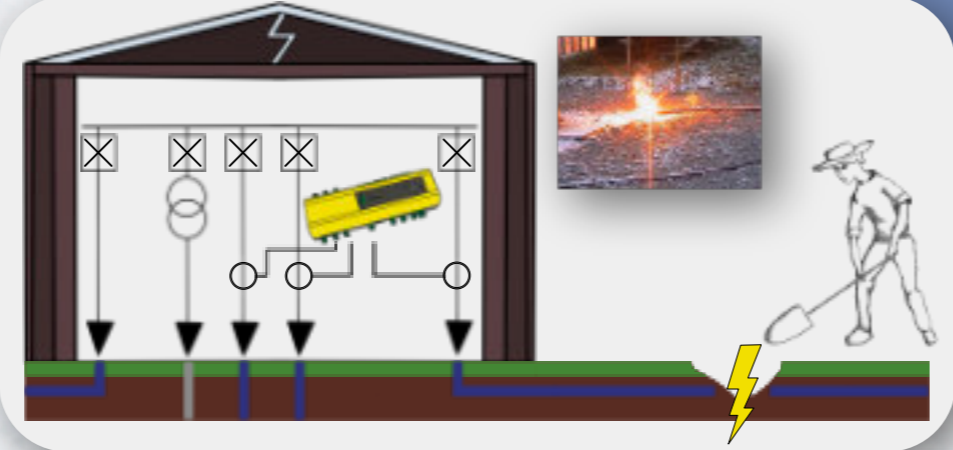


Produkter och användning

[www.protrol.se](http://www.protrol.se)

Var är felet?

Vi vet var!





# INTRODUKTION

Feldetektering och nätautomation – maximerad tillgänglighet i eldistributionsnätet

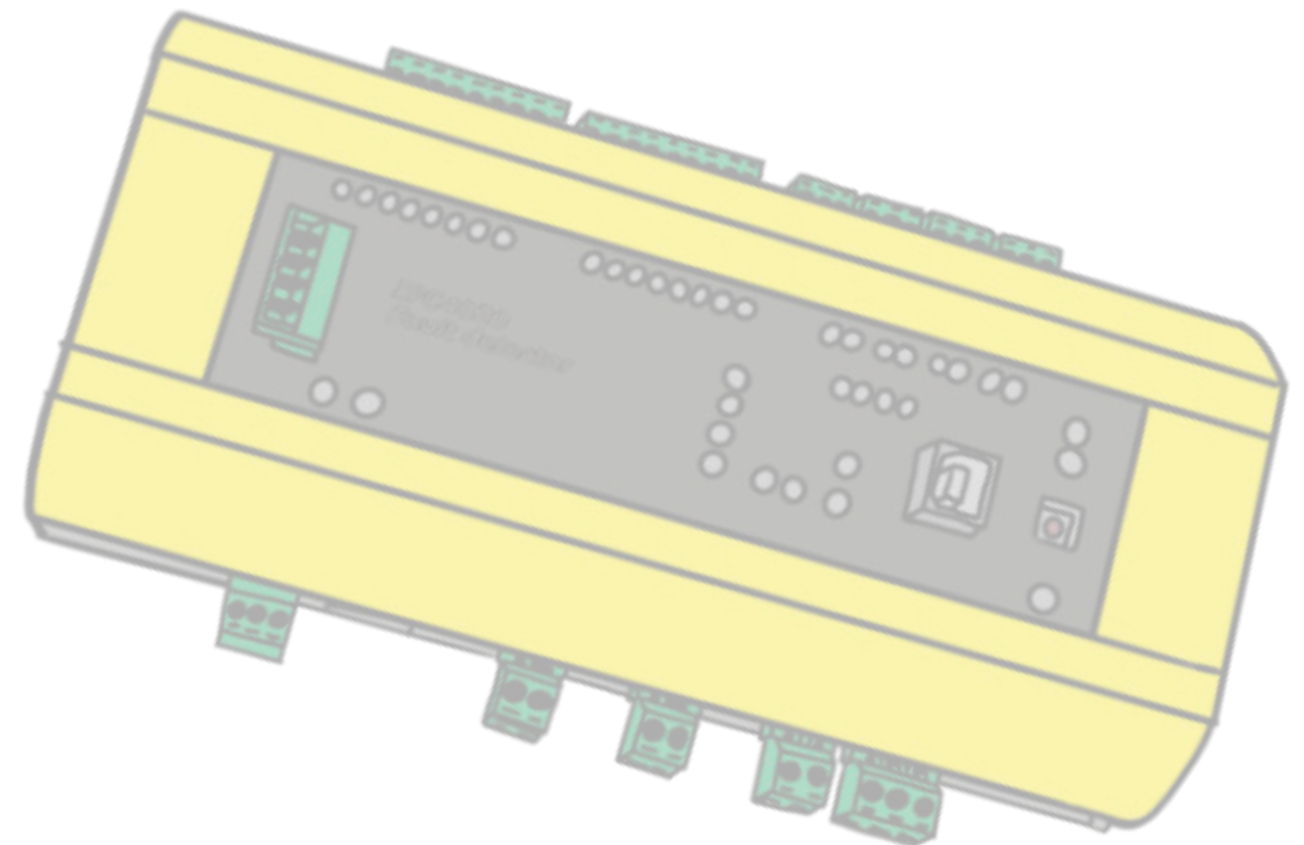
Protrols feldetektorer är baserade på en patenterad teknik för att detektera jordfel i distributionsnätet. Tekniken använder mätning av fasströmmarna och kräver ingen polariserande spänning. Detta är en mycket kostnadseffektiv lösning för nätstationer. Jordfel – höghögiga, transienta eller intermittenta – som annars är svåra att upptäcka kan lokaliseras snabbt och säkert. Känsligheten är jämförbar med de bästa wattmetriska riktade jordfelsskydden.

Detektorerna kan användas i alla typer av elnät; kabel- eller luftledning, från låg- till högimpedansjordad och även isolerad nollpunkt. Produktprogrammet är skräddarsytt för pålitlig driftövervakning och feldetektering i alla elnät, från små landsbygdsstationer till större nätstationer i stadsnät.

“  
*Det är den enda feldetektorn av sitt slag jag har sett som fungerar helt felfritt. Den är allt du behöver i nätstationen*  
”

## TYPISKA TILLÄMPNINGAR FÖR FELDETEKTORER ÄR:

- ◇ Fristående med lokal LED- eller reläkontaktindikering.
- ◇ Feldetektering, övervakning och styrning i slinga med öppen punkt.
- ◇ Lösa ut för fel nedströms
- ◇ Fullt automatiserad felisolering och återställning av strömförsörjning.



## OM OSS

**Protrol har funnits** sedan 2002. Vi startade med en idé att ta fram en Nätstationscontroller, en slags mindre RTU speciellt anpassad för behovet. Den skulle ha kommunikation till driftcentralen, mäta strömmen på kablar och ta in indikeringar och larm i en nätstation, klara av manöver via Fjärr. Kommunikation var initialt RP570, och lite senare också IEC60870-5-101. Parallellt med utvecklingen av hårdvaran så utvecklades en tanke om att det borde gå att detektera jordfel med riktning bara genom att mäta fasströmmarna. Ingen polariserande spänning behövs. Tekniken blev så pass bra att vi fick Svenskt och Europeiskt patent. Under åren har vi byggt upp en produktportfölj runt Nätstationscontrollern som fick namnet IPC40x0.

**Jordfelsdetekteringen har förfinats** så att den är väldigt säker och minst lika känslig som ett riktat jordfelsskydd. Det är helt igenom vår egen svenska teknologi. Vi bestämde tidigt att den ska benämnas Feldetektor. På engelska används också förkortningen FPI, Fault Passage Indicator. Vi tycker att den är lite mer än FPI eftersom den har RTU-funktionalitet och ofta används med samma funktion som ett reläskydd, att lösa ut när ett jordfel eller kortslutning har detekterats.

## PROTROLS PRODUKTHISTORIA

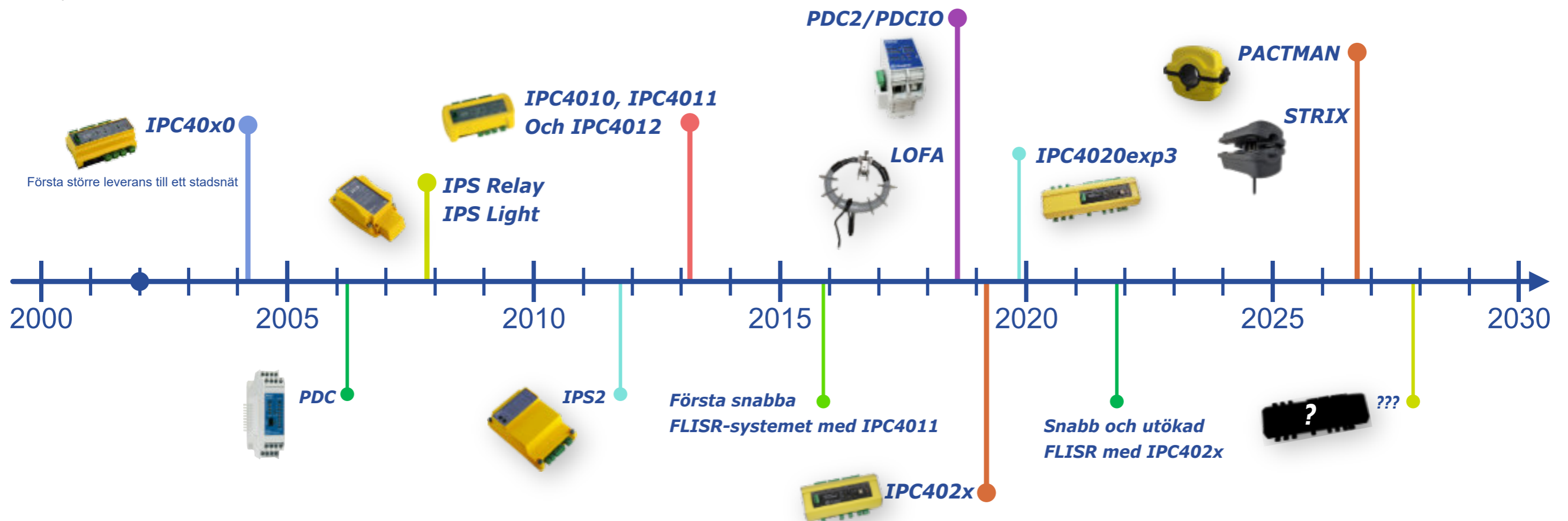
**Första generationen Nätstationscontrollern**, IPC40x0 levererades till Göteborgs Energi 2004. Nästa större leverans blev till Vattenfall Eldistribution för stadsnät i Uppsala. Lite senare dök det upp en förfrågan från Landskrona Energi om en mindre RTU för nätstationer. Då passade vi på att flytta RTU-funktionen till en annan skalbar hårdvara, PDC. Vi vann upphandlingen och vårt utbud var breddat. För de tidiga leveranserna var kommunikationen uteslutande styrkabel. Det fanns tidigt ett stort intresse på marknaden för vår teknik, men de flesta nätbolag hade begränsade möjligheter för kommunikation till nätstationerna. Stormen Gudrun gjorde att nedgrävningen av ledningar på landsbygden tog fart. Att mäta ström på luftledning är kostsamt. Att mäta på markabel är billigt. IPS Light och IPS Relay är speciellt anpassade för att detektera jordfel och kortslutning i mindre stationer, och indikera lokalt med blinkande ljus eller slutande kontakt till annan utrustning.

**IPS lanserades 2007.** Strömförsörjningen tas från lokaltransformatorn och de kräver ingen batteribackup. Superkondensatorer håller indikeringen igång i 24 h om stationen blir spänningslös. IPS2 kom något år senare. Det är samma teknik, men man kan ställa in detekteringsnivåer, och den har utgångar både för Light (extern LED) och Relay (slutande kontakt). 2013 gjordes en större uppgradering av feldetektorer med kommunikation. IPC4010 för styrkabel, IPC4011 för fiber och IPC4012 för Ethernet (IEC60870-5-104). 2016 installerades och togs den ultimata varianten av nätautomation i drift, ultrasnabb FLISR. I Härryda Energis nät med primärprov demonstrerades att ett fel i en öppen slinga kunde isoleras och strömmen återställas till samtliga kunder inom 150 ms. Alla enheter i slingan kommunicerar med sin närmaste granne för att kunna avgöra vilken kabelsektion det är fel på.

**2018 var det** dags för en större förnyelse av de viktigaste produkterna. Vi började med PDC2 med modernare processor och en större grundenhet med fler I/O. Året efter var det dags för IPC402x att uppgraderas. Integrerad Ethernet, all konfiguration via webgränssnitt, uppgradering via Fjärr, fler I/O och portar, förbättrad mätprestanda är de viktigaste bitarna. Trenden i vad som efterfrågas går mot större nätstationer, mer automation, flera I/O, expansionsmöjligheter, säker kommunikation, användarvänlighet, batteriövervakning m m. IPC402x innebar att det var högt i tak för att fortsätta utveckla fler efterfrågade funktioner. Lite senare kom de expanderade enheterna för 3, 4 och upp till 6 feldetektorer. Behöver vi fler I/O så använder vi PDCIO som under-RTU i leveransen.

**IPC402x med utökad FLISR** finns numera hos flertalet elnätbolag. Det är avancerat men ändå relativt enkelt att implementera och använda i verkligheten. Det absolut effektivaste sättet att öka tillgängligheten med minsta investeringen.

**2026 introducerar vi Strix**, en trådlös feldetektor för luftledning. Den tar kraft till elektroniken från strömmen i ledningen och kan kommunicera direkt till driftcentralen via mobilnätet. Pactman är vår egen öppningsbara CT, omkopplingsbar om du så vill.



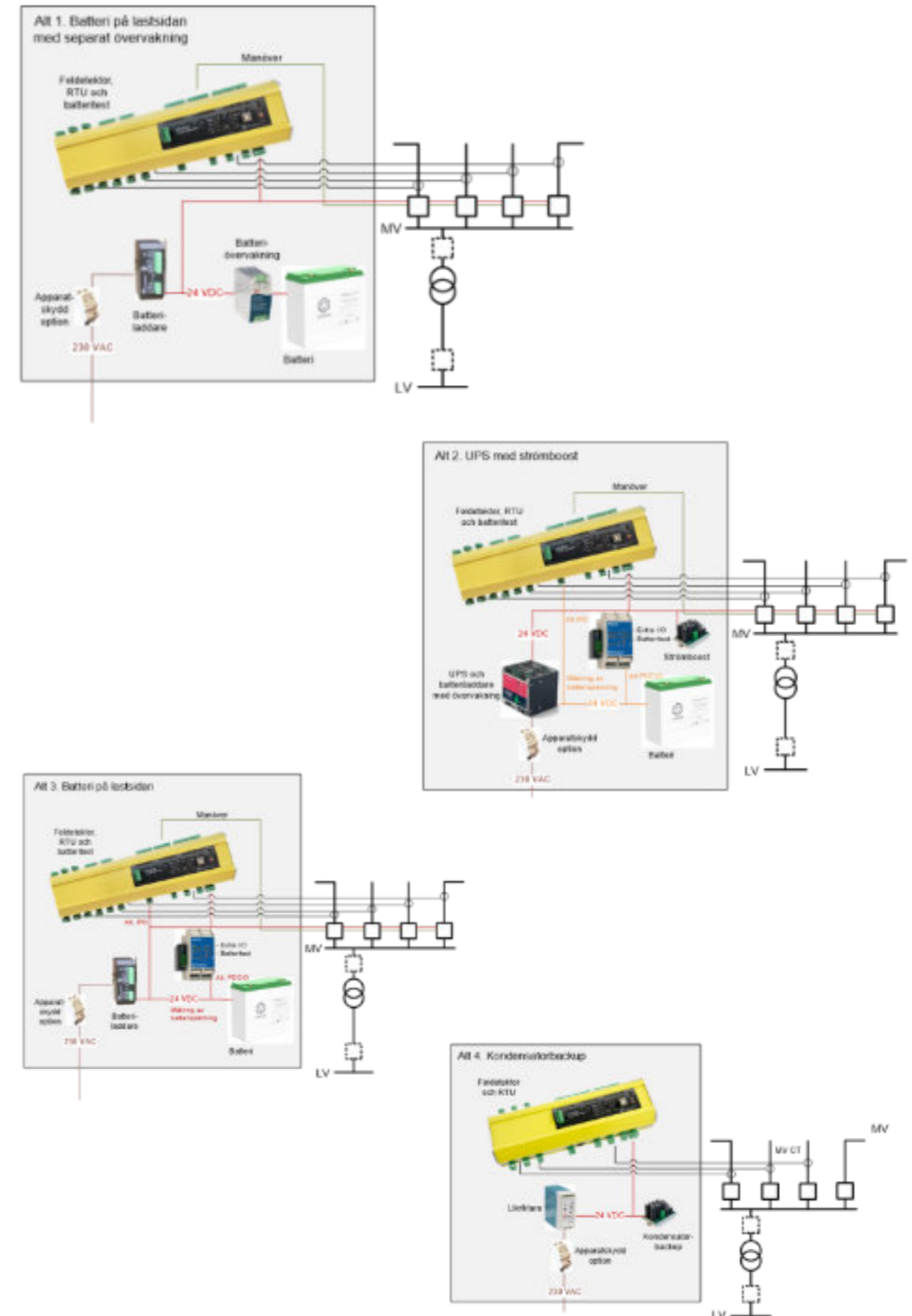
## BATTERIÖVERVAKNING

Batterier i en station behövs dels för strömförsörjning som backup när stationen är spänningslös, dels för att ge extra ström vid motormanövrering av kopplingsapparater. Om man inte har motormanövrerade apparater så kan kondensator-don vara ett lösningsalternativ (bild enligt Alt 4.). Fördelen är mindre underhåll. Backuptiden är dock begränsad eftersom energi-tätheten är mycket lägre än för batterier. Batterier kan kopplas in via en UPS (Alt 2.), eller på lastsidan efter likriktar-en/laddaren (Alt 1 och 3). UPS-lösningen ger i normalfallet en begränsad ström till lasten som inte säkert är tillräcklig för manövern. Att ha batterierna på lastsidan innebär ingen begränsning på den ström som batterierna kan ge. Vilken lösning man ska välja beror på kravställningen. Alt 2, kan kompletteras med kondensator-don på lastsidan för att ge extra ström.

**Beroende på typ** av ställverk och apparater så kan det krävas olika mycket ström från batteriet. Dessutom krävs mer ström om kravet är att man ska kunna manövrera fler objekt samtidigt. Batterier av typen AGM är den optimala typen av batterier för om vi pratar pris/prestanda. Standby mode ger lång hållbarhet. Det är varierande kvalitet på batterier som finns på marknaden. Det finns alltid dyrare och bättre batterier om man är beredd att betala för det. Större batterier är generellt sett bättre. Det är svårt att göra riktigt bra batterier kompakta. Blykristallbatterier som alternativ till AGM rekommenderas om man vill ha bästa möjliga hållbarhet.

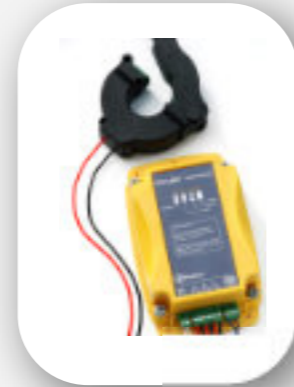
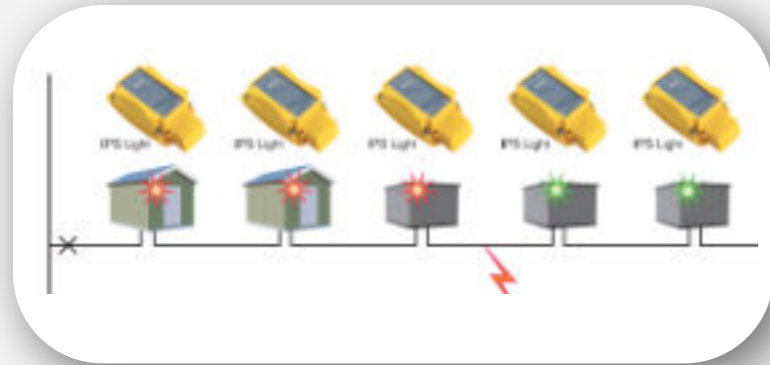
**Några saker att tänka på** när det gäller batterier:

- Det är viktigt att batterierna inte står oladdade under lång tid - det påverkar hållbarheten negativt.
- Det är viktigt att batterierna inte laddas ur för djupt. Därför ska man alltid ha urladdningsskydd som kopplar bort batterierna från lasten när spänningen sjunker under en viss nivå, t ex 22 V för ett 24 V-system.
- Det är viktigt att laddningsspänningen har rätt nivå och att den kompenseras för temperaturen. Speciellt vid högre temperatur.
- Är det för varmt (>25 grader) under lång tid så påverkar det hållbarheten negativt.
- Rätt hanterade ska bättre batterier av typen long life hålla 10 år enligt tillverkaren - baserat på det så kan man tänka sig att utbyte bör ske efter 8 år eller vid behov.
- En bra batteriövervakningslösning är viktigt för att minimera underhållet och maximera drifttiden. Då testas batteriet med jämna mellanrum och batteribytet kan optimeras. Batteriövervakningen genomför en temperaturkompenserad open circuit-test för att mäta kapaciteten och för Alt 3, ett urladdningstest för att uppskatta batteriets status. För Alt 2 används UPS:ens interna check av batteriets inre resistans för att bedöma batteristatus. Dessutom ingår alltid djupurladdningsskyddet i paketet.
  - Alternativ för batteriövervakning och test:
    - Alt 1. - Batteri på lastsidan och enkel separat övervakningsenhet för impedanstest.
    - Alt 2. - UPS-lösning med avancerad batteriövervakning med open circuit-test för kapacitetstest plus impedanstest.
    - Alt 3. - Batteri på lastsidan och avancerad batteriövervakning med open circuit-test för kapacitetsprov plus urladdningstest.
  - Alt 4. - Kondensatorlösning



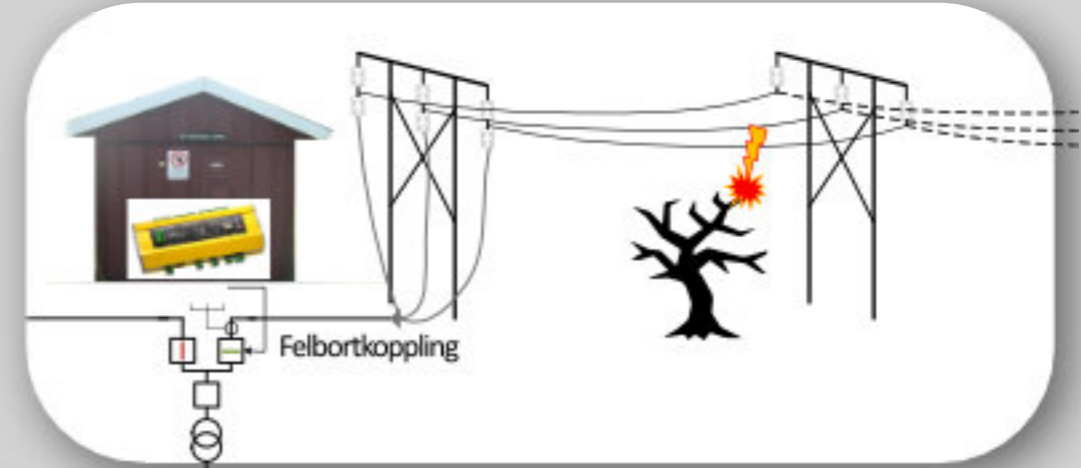
## FRISTÅENDE MED LOKAL INDIKERING

En IPS i nätstationen är den enklaste applikationen med lokal visuell indikering via en kraftfull extern LED. När ledningen kopplas bort av linjebrytaren i primärstationen beordrar varje IPS sin LED att blinka. Den blir röd om felet är nedströms och grön om det är uppströms. IPS kräver ingen reservkraft eftersom den själv lagrar energi för att kunna blinka i 24 timmar. Det finns även en version med felindikering via reläkontakt.



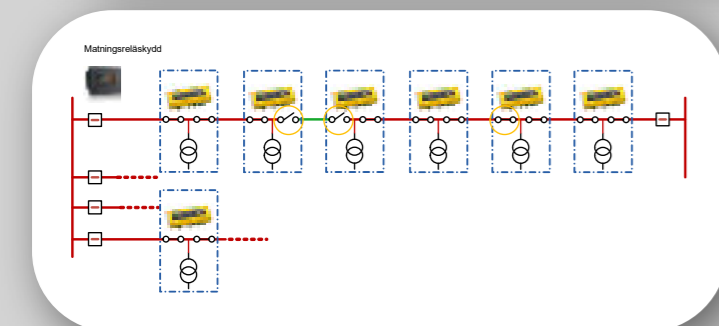
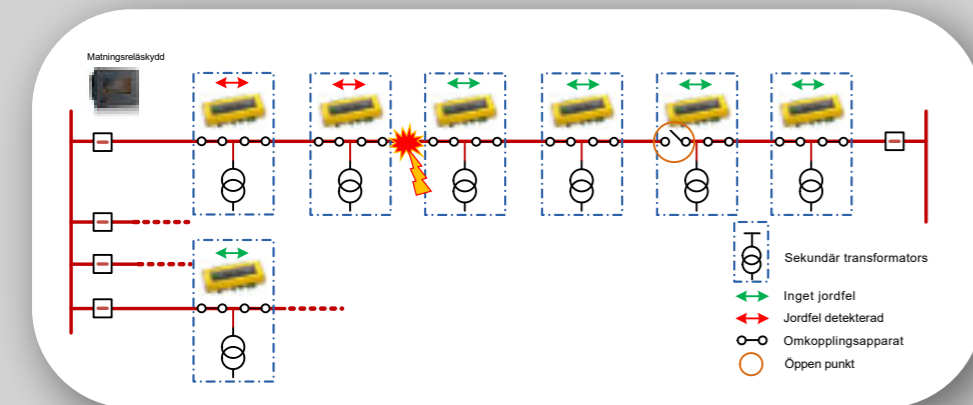
## LÖSA UT FÖR FEL NEDSTRÖMS

En Protrol-detektor kan fungera som ett reläskydd för att flytta ut bortkopplingen så nära felet som möjligt. Istället för att hela ledningen löser ut i fördelningsstationen så löser vi ut minsta möjliga del när felet är längre ut på ledningen. Detta är särskilt användbart i nätstationer där en luftledning ansluter och det inte finns någon spänningstransformator tillgänglig för att mäta nollspänningen. Detektorn kan identifiera fel nedströms och lösa ut linjebrytaren, isolera den felaktiga sektionen och minimera skador på systemet.

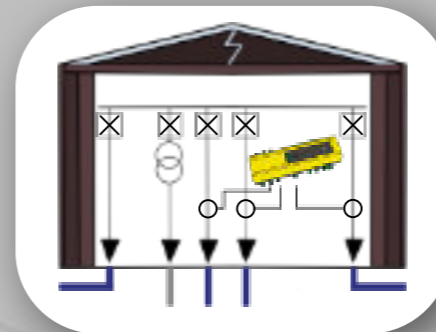


## ÖVERVAKNING OCH STYRNING I SLINGA MED ÖPPEN PUNKT

IPC402x är allt du behöver för att styra och övervaka nätstationen och som verkligen kommer att påverka dina SAIFI- och SAIDI-värden. Med kommunikation till driftcentralen och fjärrstyrning isoleras den felaktiga sektionen på ett effektivt sätt och avbrottsiden minskar från timmar till minuter.

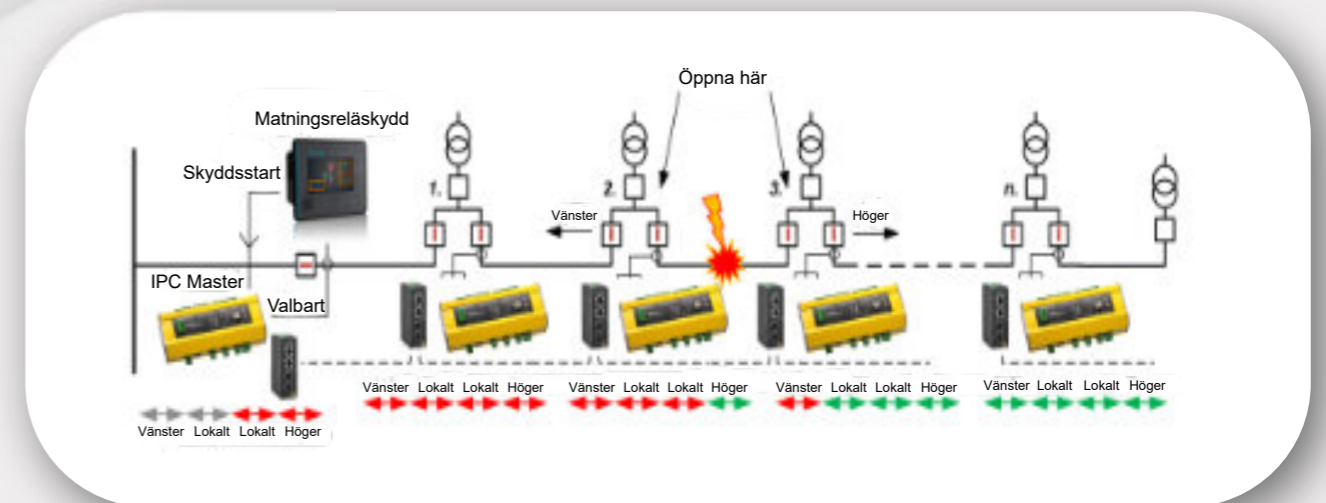


## Applikationer



## FULLT AUTOMATISERAD FELISOLERING OCH ÅTERSTÄLLNING AV STRÖMFÖRSÖRJNING

I slinga med öppen punkt kan feldetektorerna automatiskt isolera den felaktiga sektionen och återställa strömförsörjningen. Varje detektor utbyter information med sina närmaste grannar för att fastställa felplatsen. Kommunikationen kan ske via fiber eller trådlöst, till exempel 4G/5G.



## FULLT AUTOMATISERAD FELISOLERING OCH ÅTERSTÄLLNING AV STRÖMFÖRSÖRJNING

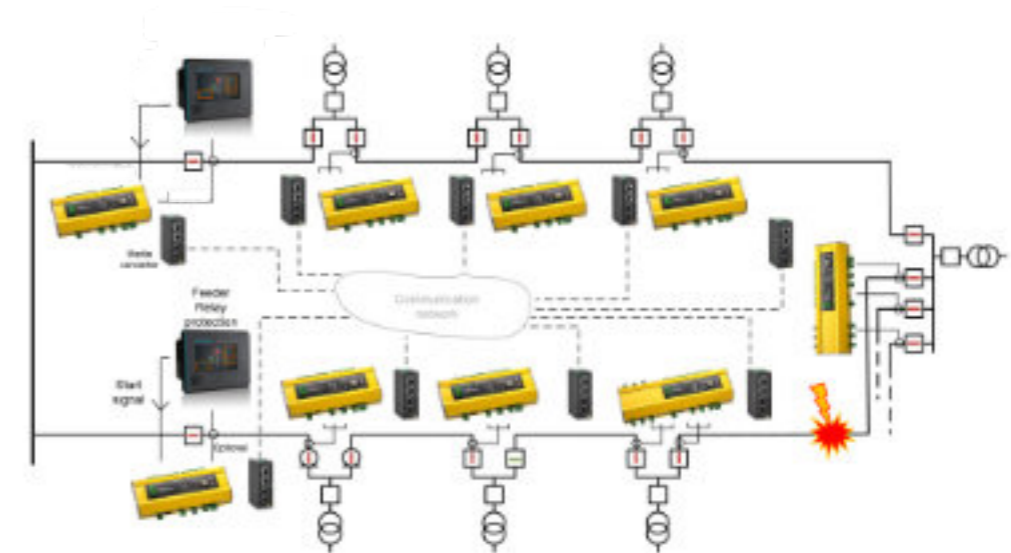
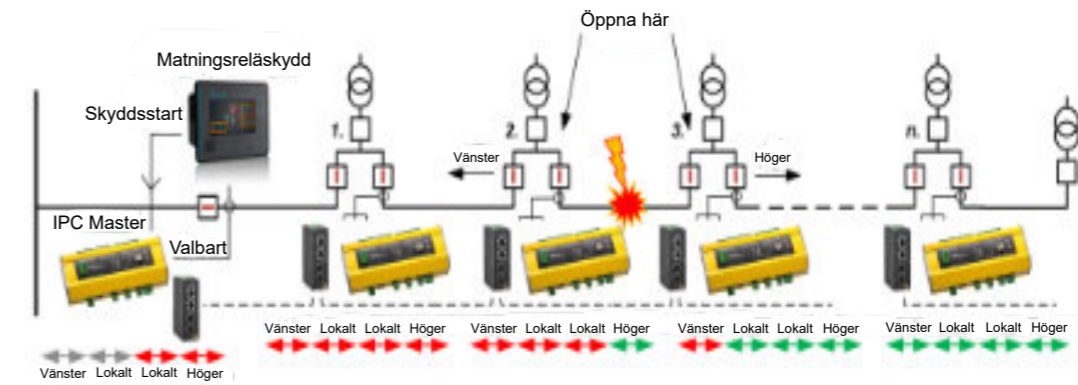
Protrol IPC402x-enheter kan skapa ett helt distribuerat FLISR-system (Fault Location, Isolation, and Service Restoration), där enheterna autonomt isolerar felaktiga sektioner och återställer strömmen. Fördelarna är många: överordnat centralt system behövs ej för beslutsfattande, vilket ökar hastigheten och tillgängligheten. Isolering och återställning sker snabbt beroende på kommunikationsmediets typ – vid kort kommunikationsfördröjning kan processen ske nästan omedelbart. Varje enhet kommunicerar med sin närmaste granne för att avgöra mellan vilka stationer felet finns.

**Den felaktiga sektionen** lokaliserar av IPC402x-enheten uppströms felet, vars granne nedströms inte har registrerat felet, och vice versa. Om det finns en öppen punkt i loopen kan den automatiskt stängas för att återställa matningen. Beslut och funktioner är helt distribuerade till enheterna i nätstationen – ingen central styrning krävs. Systemet kan aktiveras med så få som tre enheter, där en fungerar som master som övervakar att övriga enheter är i drift samt håller reda på den öppna punkten.

**Om kopplingsapparaten** i nätstationen inte kan bryta felströmmen, eller om kommunikationsfördröjningen är längre än önskad felbortkopplingstid, avvaktar systemet tills ledningen har fränkopplats av linjebrytaren. Efter isolering återkopplas ledningen automatiskt igen. Jordfel och kortslutningsfel kan behandlas separat, t.ex. är jordfelsströmmen ofta låg i impedansjordade system, vilket ger tid för selektiv bortkoppling i anslutning till jordfelet.

**För extra säkerhet** kan ledningsskyddet användas för frigivning av funktionen via dess startkontakt. Om detta alternativ används startar FLISR-sekvensen endast om reläskyddet startar. Ström kan mätas på ena eller båda sidor av nätstationen, vilket möjliggör selektiv detektering och isolering av fel på samlingsskenan. Systemet fungerar även med endast en brytande eller frånskiljande enhet, t.ex. "recloser" eller fjärrstyrd frånskiljare.

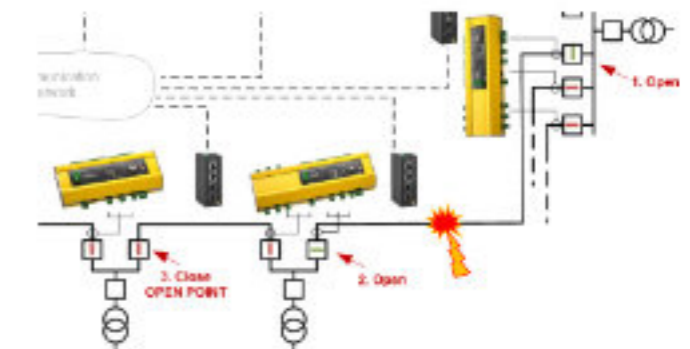
“  
Den snabbaste FLISR-funktionen  
någonsin!  
”



### OMEDELBAR FELBORTKOPPLING:

Detektera nedströms fel.  
Stäm av grannarnas status för att bestämma felaktig sektion.

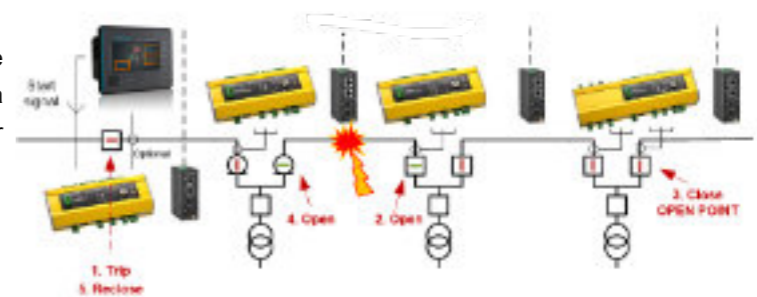
1. Öppna uppströms felet
2. Öppna nedströms felet
3. Slut eller slå till ÖPPEN PUNKT (såsom i punkt 3 ovan)



### FÖRDRÖJD ÅTGÄRD:

Felbortkoppling via linjebrytaren när närmaste uppströms kopplingsapparat inte tillåts öppna med felström eller vid fel. Felströmmen eller när kommunikationsfördröjningen är för lång.

1. Koppla bort ledningen
2. Öppna nedströms felet
3. Stäng ÖPPEN PUNKT
4. Öppna uppströms felet
5. Slå till linjebrytare



## ÖVERVAKNING OCH STYRNING I SLINGA MED ÖPPEN PUNKT

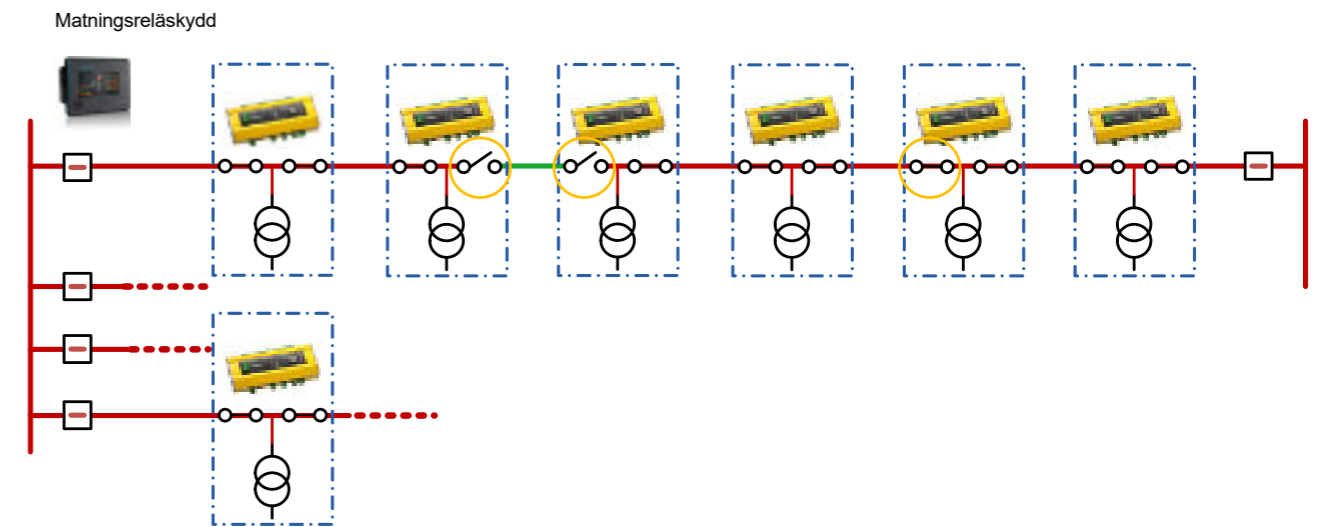
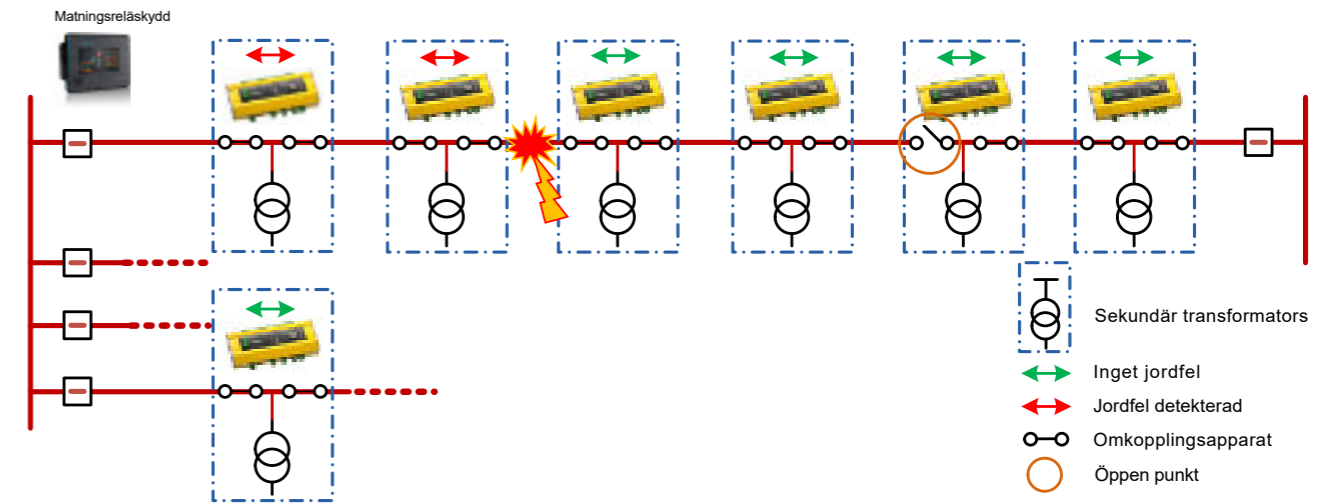
I slingor med öppen punkt är principen att alltid ha en alternativ möjlighet att leverera ström efter att en felaktig sektion har isolerats. Detta uppnås genom säkra och noggranna feldetektering samt fjärrstyrda kopplingsapparater. IPC402x klarar allt detta.

IPC402x är skräddarsydd för att fungera både som fel-detektor och RTU i nätstationen. När den är ansluten till driftcentralen erbjuder den allt som behövs för att övervaka mellanspänningsnätet. Detta är den vanligaste tillämpningen för IPC402x. Den indikerar i stationer där "felet passerat", men aldrig i friska ledningar eller nedströms felstället.

Kombinationen av fjärrstyrning och pålitlig felindikering är det som verkligen förbättrar SAIDI- och SAIFI-värden. Avbrottstiden minskar från timmar till minuter. Det blir inget behov av att testa fram och tillbaka för att se om felet har isolerats bort. Risken att man provkopplar mot ett kvarstående fel minimeras, vilket minimerar påfrestningarna på utrustningen och även risken för skada på kundens utrustning på lågspänningsnivå.

Protrol fel-detektorer är oberoende av effektriktning och nollpunktens avstämning.

*Avbrottstiden minskar  
från timmar till minuter*

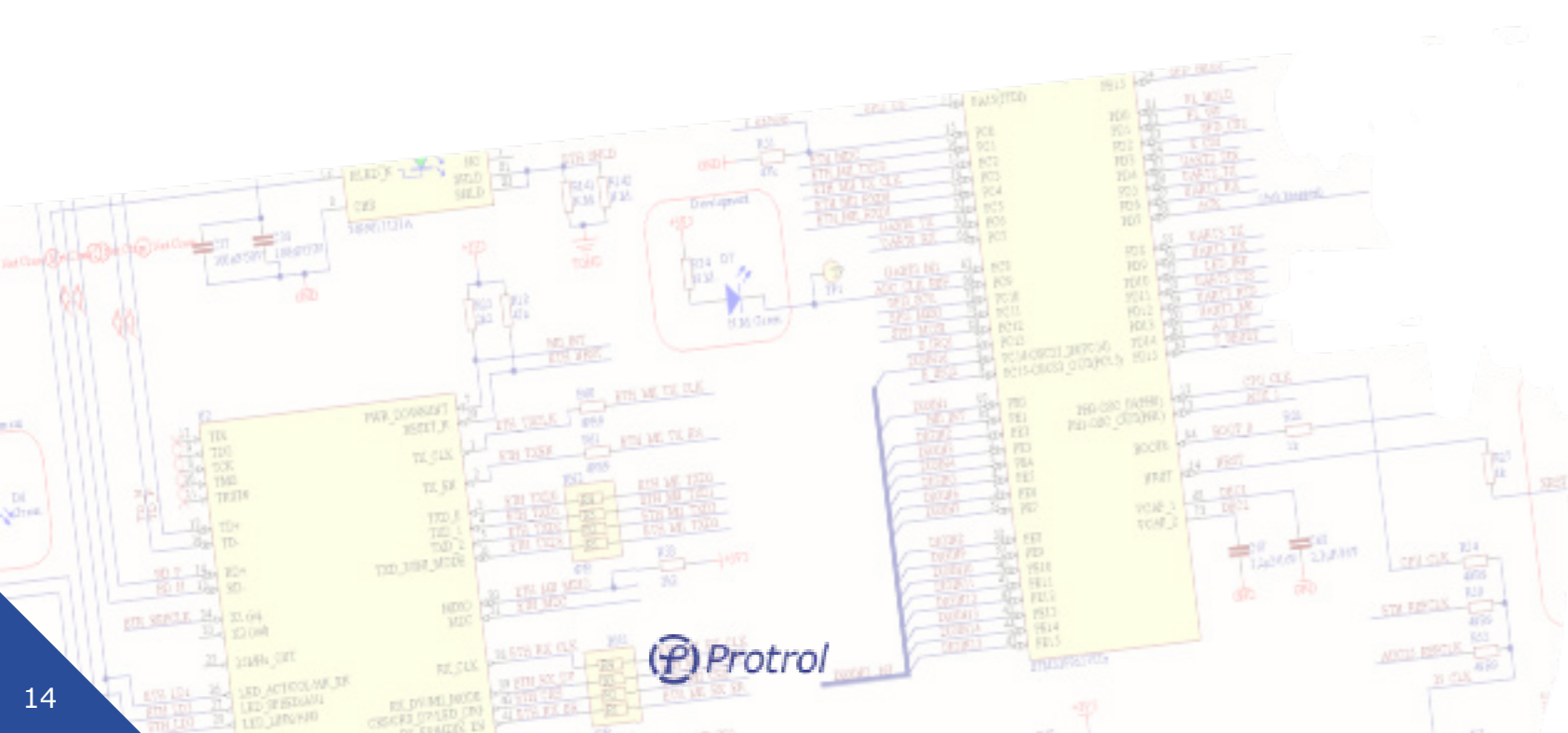


## Investering med *avkastning*

- för samhället, kunderna och nätägaren

Vårt samhälles beroende av pålitlig elförsörjning ökar stadigt, och därmed också kraven på nätägarna. Strömavbrott är kostsamma – både direkt och indirekt. Många länder har regleringar som syftar till att underlätta investeringar i ny teknik i elnätet.

Reglerna varierar mellan länderna, men generellt ökar de intäktsramen för nätägaren. I slutändan ska detta gynna både samhället, kunderna och nätägarna. Ett robust och flexibelt elnät med minimal avbrottstid är avgörande för framtiden. Ensto Protrols produkter för automatisering är investeringen som ger omedelbar avkastning.



## FÄLTPROVNING AV JORDFEL

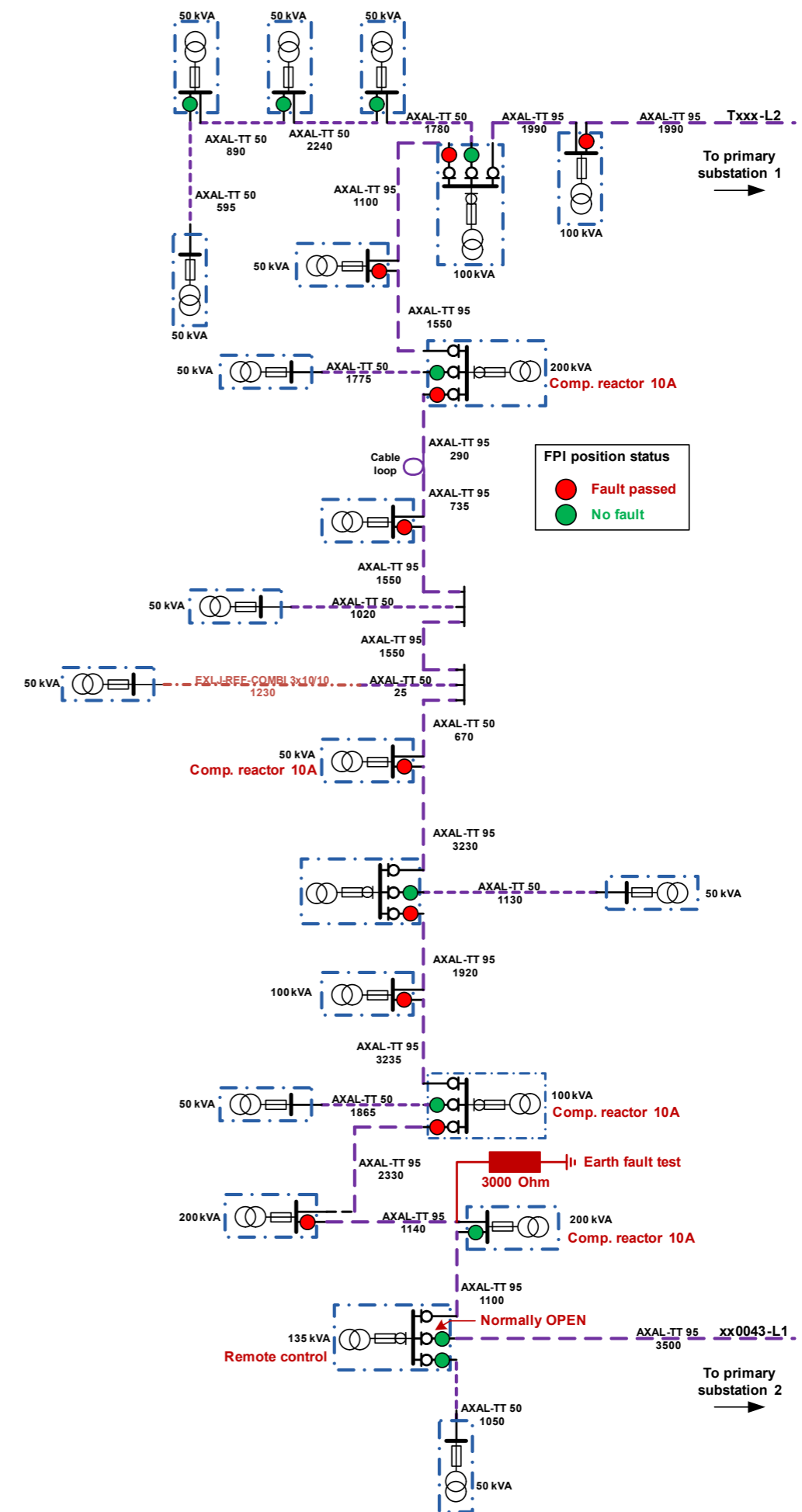
### - ETT VERKLIGT EXEMPEL

Det bästa sättet att vara säker på att feldetekteringen fungerar hela vägen från strömmätning till driftcentralen är att genomföra ett verkligt höghögtryck jordfelstest. Äkta felpassageindikering för jordfel innebär att detektorerna ska markera för felet när den är placerad uppströms om felet, men aldrig för den kapacitiva nollsekvensström som genereras av friska ledningar eller förgreningar. Det ska inte råda någon tvekan om felets position, och feldetektorerna ska uppvisa högre känslighet än ledningsskyddet i den matande primärstationen.

Enlinjeschemat till höger visar resultatet av ett verkligt jordfelstest i ett landsbygdsnät. För varje sektion visas kabeltyp och längd i meter. Feldetektorer är installerade i alla nätstationer där nollföljdströmmen kan passera. I stationer med ett inkommande och ett utgående fack installeras feldetektorerna i ett av facken. Om stationen har fler än två fack installeras detektorerna i 2-av-3, 3-av-4, osv. De kommer inte att indikera om de är placerade på friska förgreningar eller nedströms felplatsen räknat från primärstationen.

Jordfelstestet är det bästa sättet att testa hela kedjan: mätning – detektering – kommunikation – SCADA-implementering. Andra typer av fel kan testas med lämpliga metoder, inklusive ljusbågsfel eller intermittenta fel. Typiska tester ska visa att feldetektorerna har högre känslighet än det riktade jordfelsskyddet i primärstationen. På detta sätt kan du alltid vara säker på att Protrols feldetektorer har registrerat felet när jordfelsskyddet har löst ut linjen.

Etthundra procent – som ett urverk

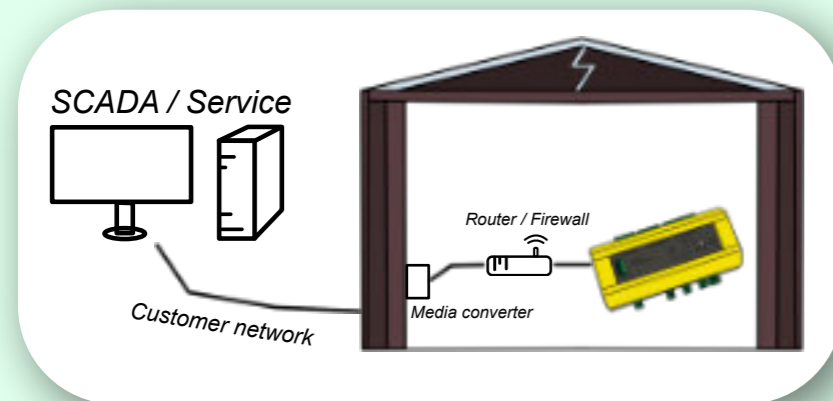


## ETHERNET-KOMMUNIKATION, TRÅDAT ELLER FIBERNÄTVERK

IPC402x- och PDC2-enheterna är utrustade med ett Ethernet-gränssnitt för kommunikation med SCADA-system samt för service- och underhållsändamål.

Protrol-enheter kan beställas med krypteringsfunktioner som HTTPS för webbgränssnittet och TLS för IEC 60870-5-104-protokollet.

För att säkerställa nätverksskydd kan en avancerad switch/router med brandvägg användas.



## ENDAST LOKAL INDIKERING

IPS fristående feldetektor, endast lokal indikering på enhet eller med en utvändigt indikationslampa.



## TRÅDLÖS KOMMUNIKATION, RADIO

Det finns flera lösningar för kommunikation via radio, bland annat LoRaWAN, Rakel och andra kundägda system.

Protrol erbjuder sitt eget PxL-modem för LoRaWAN-kommunikation med IPC402x-enheter.

Protrols produkter är kompatibla med de flesta radiomodem på marknaden. PC402x kan även kommunicera med SCADA via Rakel.

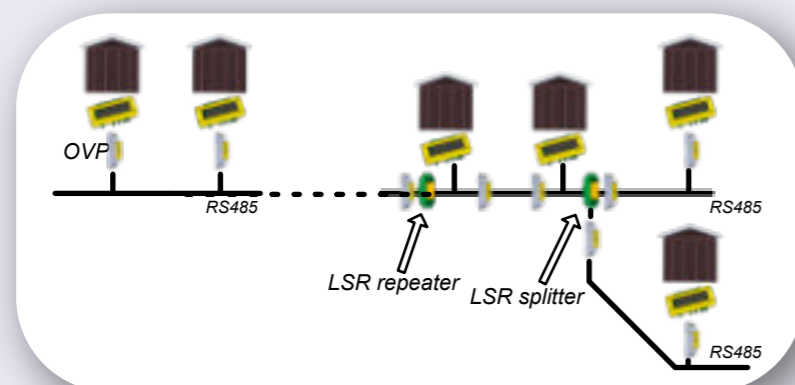
# Kommunikationslösningar

## SIGNALKABEL, SERIELL KOMMUNIKATION

Alla IPC402x-produkter har ett integrerat RS485-kortdistansmodem för fjärrstyrning (IEC 60870-5-101).

För att skydda mot externa elektriska transienter rekommenderas ett överspänningsskydd, OVP, mellan IPC-enheten och signalkabelnätet.

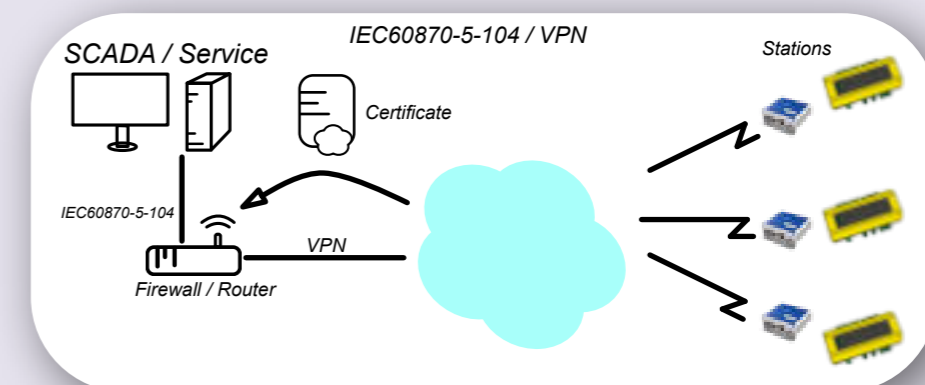
För större nätverk rekommenderas användning av vårt LSR-modem. LSR kan användas som en "Splitter" eller en "Repeater" för att dela eller utöka kommunikationssignalens räckvidd.



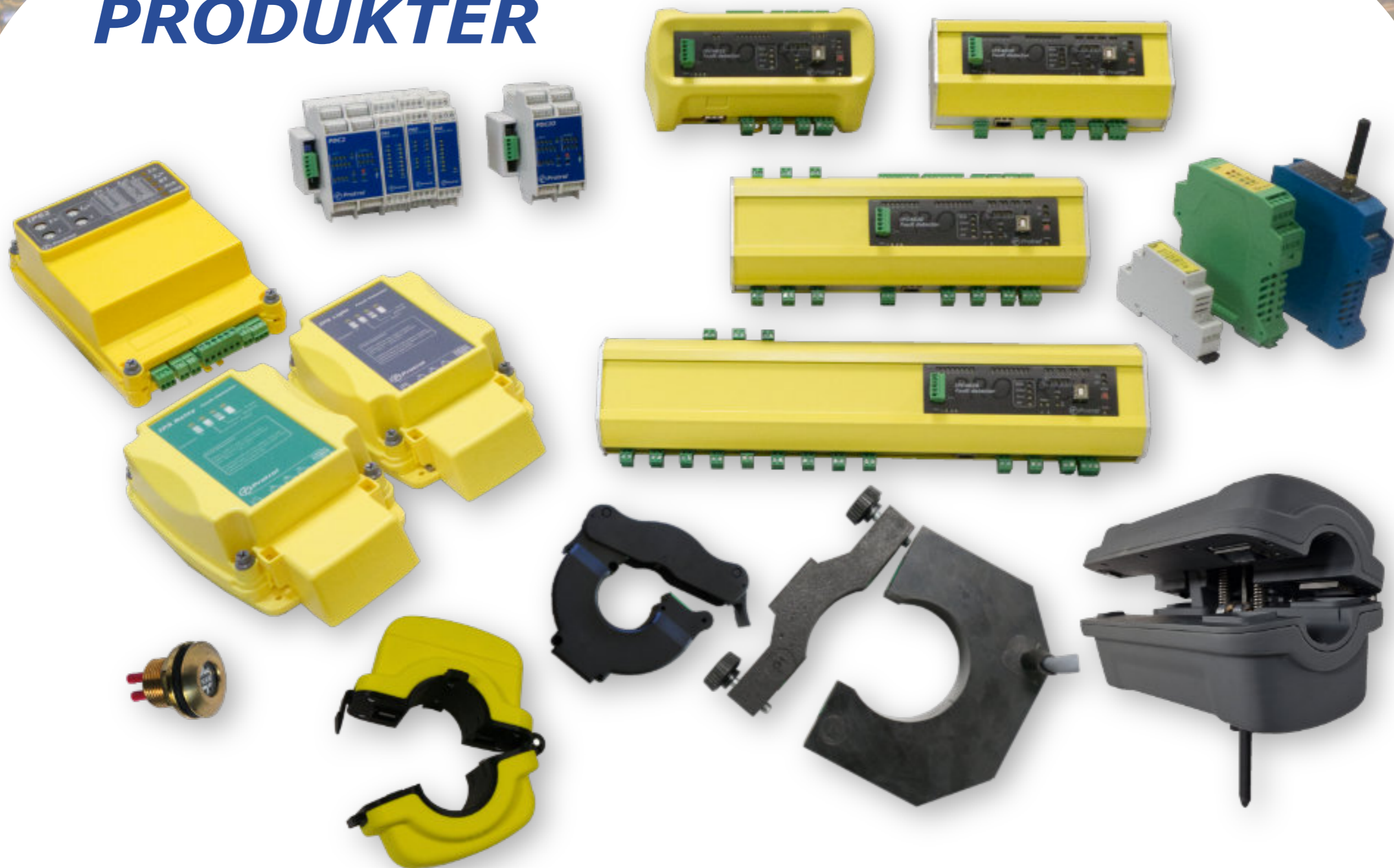
## TRÅDLÖS KOMMUNIKATION, MOBILA NÄTVERK

IPC402x-enheterna kan kommunicera trådlöst via ett modem eller en router uppkopplad på mobila nätverk.

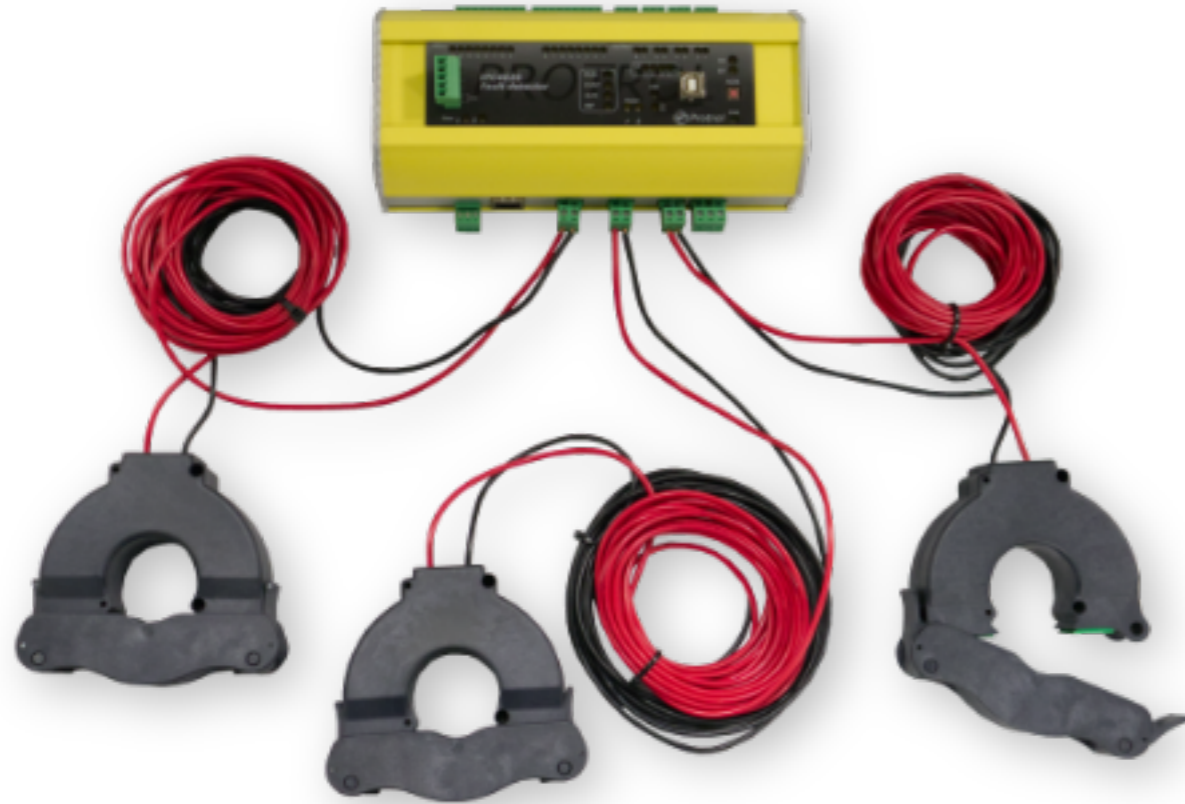
En VPN-lösning kan användas för att säkra kommunikationslänken.



# PRODUKTER



## IPC402x – AVANCERAD FELDETEKTOR - MED KOMMUNIKATION



IPC-familjen med avancerade feldetektorer kombinerar vår väletablerade feldetekteringsteknik med traditionell fjärrterminalsfunktion. En IPC-enhet kan övervaka och styra ett eller flera fack med hjälp av de standardiserade kommunikationsprotokollen IEC 60870-5-101 och IEC 60870-5-104. Utöver traditionell fjärrstyrning kan de binära ingångarna och utgångarna användas för snabb felbortkoppling och avancerade automationssekvenser, vilket minskar konsekvenserna vid isoleringen av felstället samt förkortar tiden då slutkunderna drabbas.

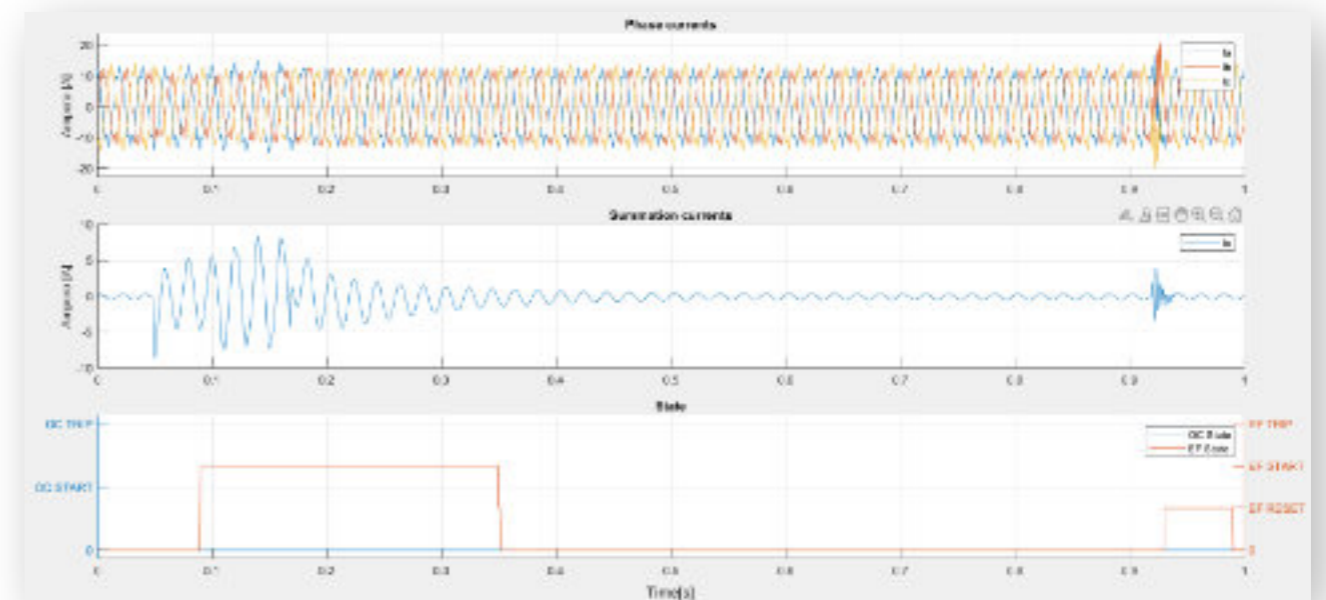
*Jordfel: vår expertis*

## JORDFELSDETEKTERING

IPC402x-enheterna har två typer av jordfelsdetektorer – Protrols patenterade detekteringsteknik och en kompletterande orientad jordfelsfunktion som kan användas vid inkoppling mot befintligt fel. Den orientade funktionen kan också användas för att detektera felaktig installation, t ex att en fas saknas eller har fel polaritet. Båda metoderna fungerar oberoende av varandra.

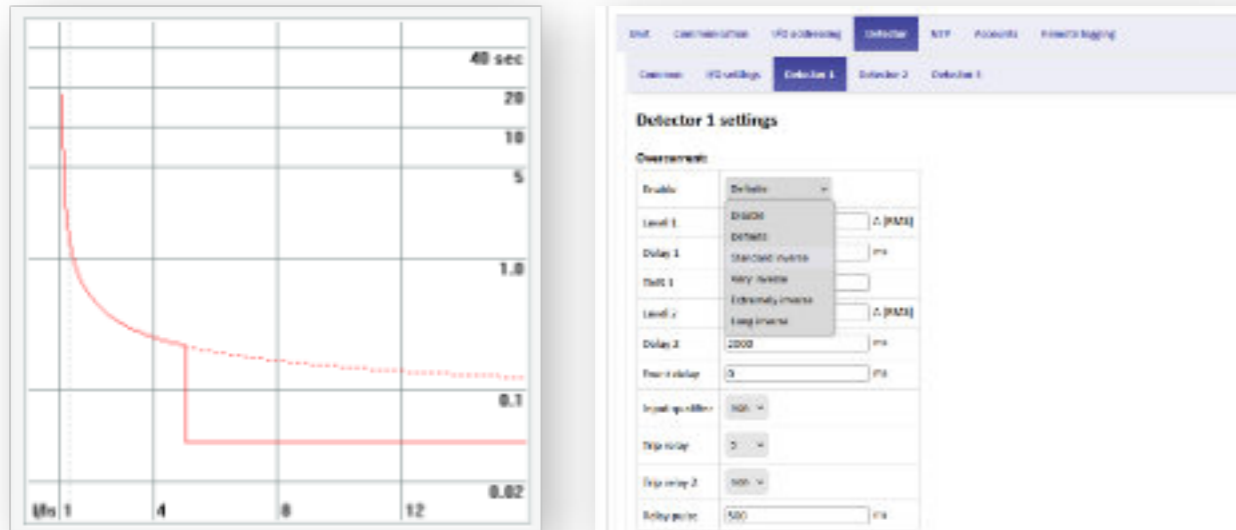
Protrols metod jordfelsdetektering är baserad på transientanalys, vilket gör den både snabb och känslig för högresistiva och intermittenta jordfel. Den patenterade algoritmen utvärderar förändringen av fasströmmarna när ett jordfel uppstår. Detektering av ett fel innebär att felet är nedströms mätpunkten i ett radiellt nätverk. Eller med andra ord att en felström har passerat mätpunkten, även kallad sann felströmsdetektering. Detta innebär att felpunktens riktning kan identifieras genom att endast mäta fasströmmar, utan behov av polariserande nollföljdsspänning.

Metoden fungerar exakt för alla typer av nätverk, från direktjordade till isolerade. I ett impedansjordat nätverk påverkas inte prestanda av graden av nollpunktskompensation, och för ett isolerat nätverk kan den naturliga obalansen mellan faserna vara nästan oändlig.



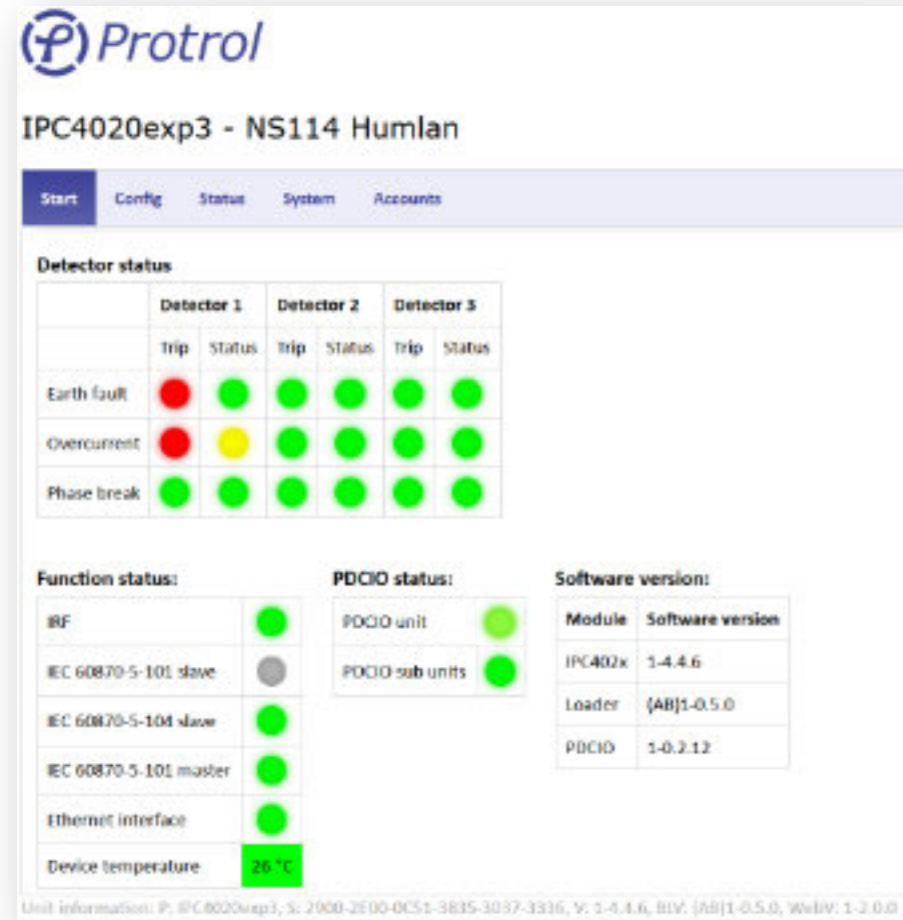
## ÖVERSTRÖMSDETEKTERING

IPC402x har två överströmssteg med justerbar fördröjningstid som fungerar oberoende av varandra. Överströmsfunktionen mäter RMS-värdena för alla faser. För steg 1 kan inverstidskaraktistik enligt IEC väljas istället för en fast tidsfördröjning.



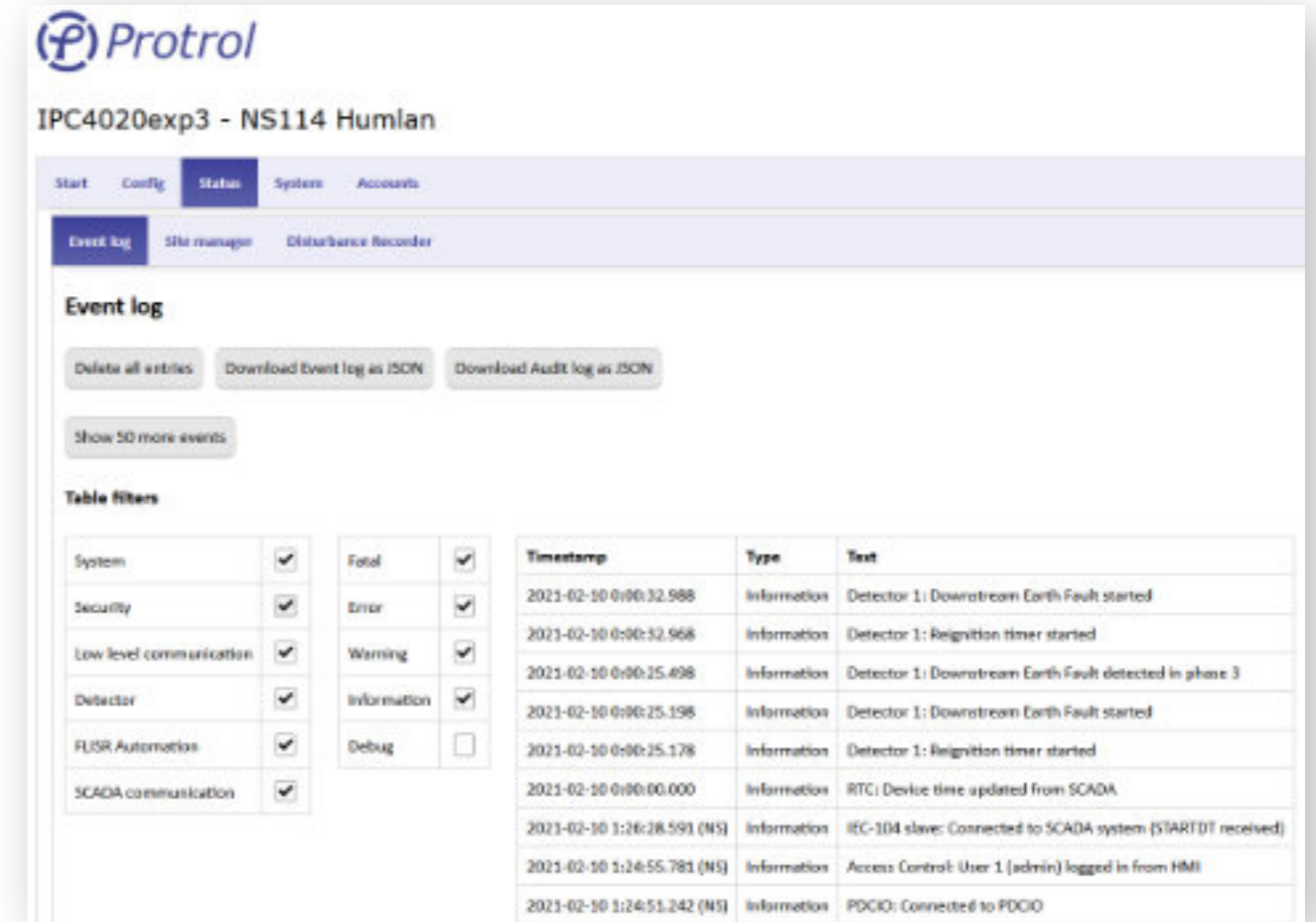
## FASAVBROTT

Ett fasbrott identifieras som förlust av fasström utan jordning. Ett typiskt scenario involverar avbrottet orsakat av en nedfallen fasledare som inte har elektrisk kontakt med mark.



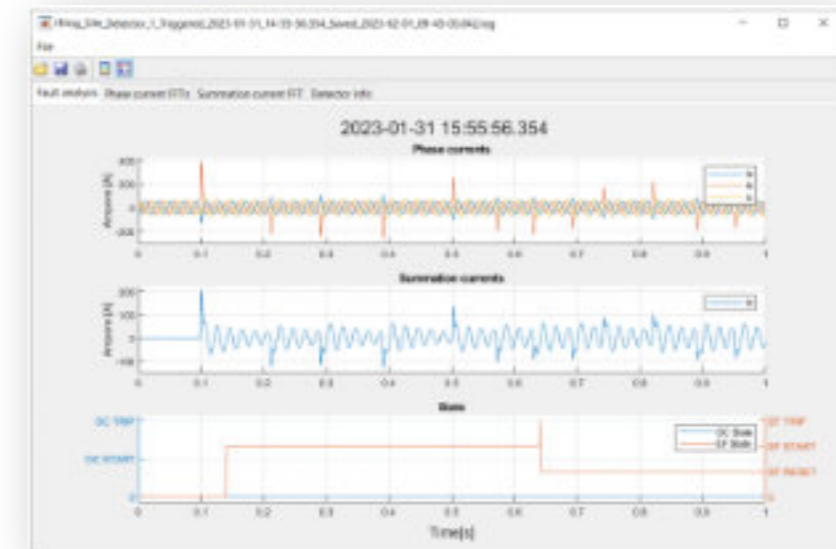
## HÄNDELSEHANTERING

Händelser som härrör från feldetekteringsfunktioner, kommunikation, säkerhetsfunktioner eller övervakning av hårdvara lagras för att stödja driftsättning och felanalys. Filter finns för händelistan så att den information som är relevant för användaren kan visas.



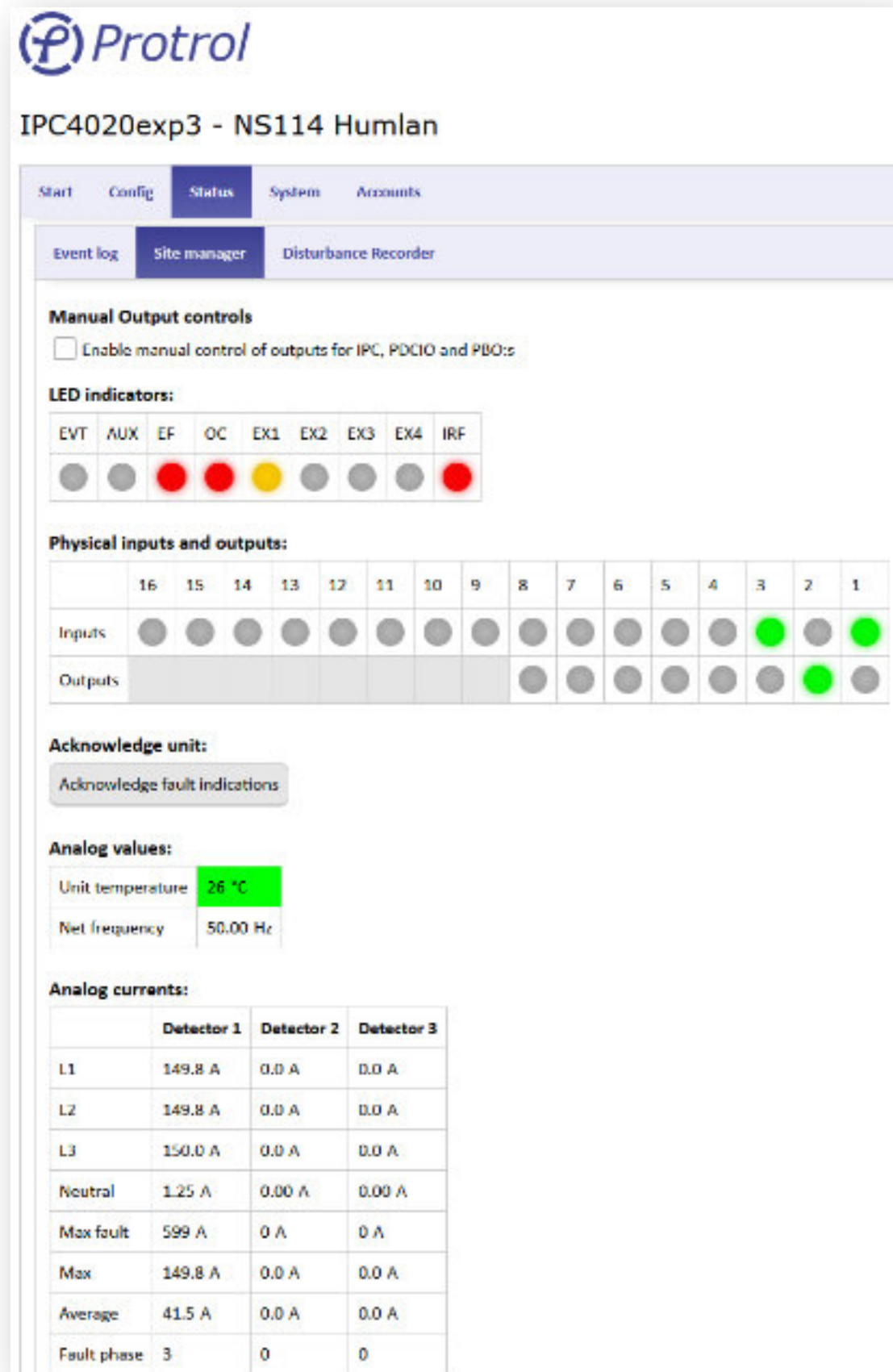
## STÖRNINGSREGISTRERING

Den integrerade funktionen för registrering av störningar samlar in strömmar och händelser från de senaste felen. Det är möjligt att analysera signaler och händelser i detalj. Störningsfiler laddas ner med hjälp av det integrerade webbgränssnittet och kan analyseras offline med Protrol TFR Plotter. Vid behov kan inspelningarna hämtas i COMTRADE-format.



## WEBBGRÄNSSNITT

IPC402x-enheten har ett inbyggt webbgränssnitt för lokal och fjärråtkomst med TCP/IP. Detta gränssnitt gör det möjligt för användaren att komma åt statusinformation och konfigurera enheten. Site Manager ger enhetsinformation i realtid och är användbar vid driftsättning. Det är också möjligt att uppgradera firmware och ladda ner störningsfiler och händelselistor.



The screenshot shows the Protrol web interface for the IPC4020exp3 unit at NS114 Humlan. The interface includes a navigation menu with tabs for Start, Config, Status, System, and Accounts. The Status tab is active, showing a sub-menu with Event log, Site manager, and Disturbance Recorder. The main content area displays several sections:

- Manual Output controls:** A checkbox labeled "Enable manual control of outputs for IPC, PDCIO and PBO:s" is currently unchecked.
- LED indicators:** A row of nine indicator lights labeled EVT, AUX, EF, OC, EX1, EX2, EX3, EX4, and IRF. The EF, OC, and IRF lights are illuminated in red, while the others are grey.
- Physical inputs and outputs:** A grid of 16 input and output indicators. Inputs 16-10 are grey, input 9 is green, inputs 8-4 are grey, input 3 is green, input 2 is grey, and input 1 is green. Outputs 16-8 are grey, outputs 7-4 are grey, output 3 is green, and output 2 is grey.
- Acknowledge unit:** A button labeled "Acknowledge fault indications".
- Analog values:** Two fields: "Unit temperature" showing 26 °C and "Net frequency" showing 50.00 Hz.
- Analog currents:** A table showing current readings for three detectors across various phases.

	Detector 1	Detector 2	Detector 3
L1	149.8 A	0.0 A	0.0 A
L2	149.8 A	0.0 A	0.0 A
L3	150.0 A	0.0 A	0.0 A
Neutral	1.25 A	0.00 A	0.00 A
Max fault	599 A	0 A	0 A
Max	149.8 A	0.0 A	0.0 A
Average	41.5 A	0.0 A	0.0 A
Fault phase	3	0	0

## CYBERSÄKERHETSFUNCTIONER



IPC402x levereras alltid med grundläggande funktioner för cybersäkerhet. Kontohanteringen och autentiseringen är roll-baserad i enlighet med riktlinjer i IEC-62443-3-3. Händelselistor innehåller väsentlig information om säkerhetsrelaterade händelser och dessa kan exporteras för separat analys. HTTPS och Trusted IP stöds. Uppdateringar av firmware använder kryptering med AES- och SHA-algoritmer i enlighet med NIST SP 800-57 Part 1. Givetvis finns funktioner som hanterar DoS-attacker och andra överbelastningsförsök.

Utökade säkerhetsfunktioner kan aktiveras om detta anges vid beställning. Dessa funktioner inkluderar TLS för IEC 60870-5-104, MQTTS, förhöjda krav för lösenord och antal tillåtna inloggningsförsök.

## IEC 60870-5-101/-104

IPC4020 har inbyggd fjärrterminalsfunktionalitet som följer IEC 60870-5-101/-104. Samtliga fysiska binära och analoga ingångar kan konfigureras för att kommunicera värden till ett fjärrkontrollsystem. Fysiska utgångar kan användas för att fjärrstyra primärapparater.

Även händelser från detektorfunktioner samt objekt för aktivering och kvittens kan länkas till ett fjärrkontrollsystem.

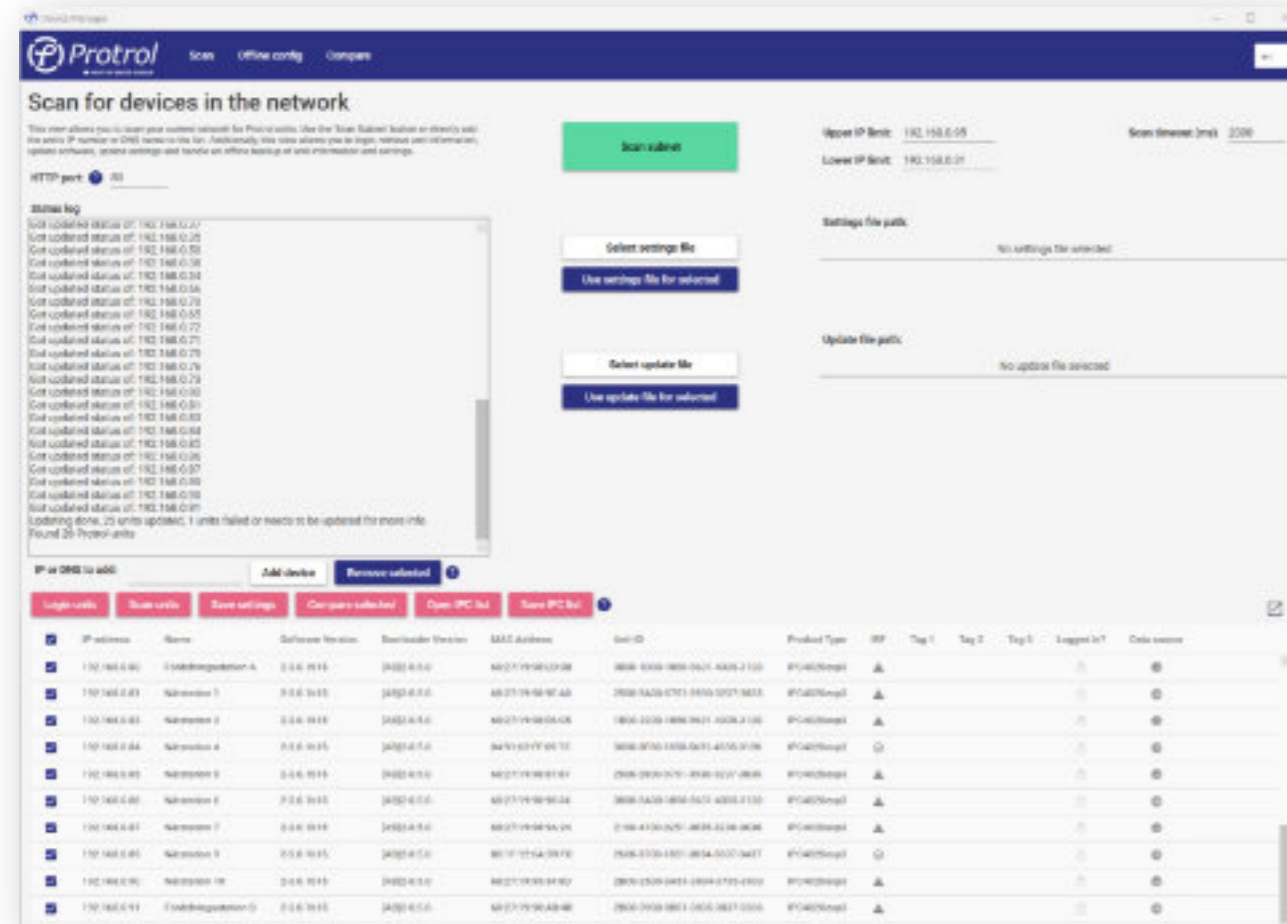
Det finns även ett tillval som gör det möjligt att använda IPC4020 som en lokal -101 eller -104 master. Man kan då ansluta flera underliggande IEC -101/-104-slavar till IPC4020 och man behöver då endast upprätta kommunikation till en station-sadress i nätstationen.

## MODBUS

Slavar kan anslutas till IPC4020 via Modbus om så är önskvärt. Detta gör att feldetektorn kan användas för att samla in mätvärden från en eller flera Modbusanslutna enheter, för att sedan skicka dessa värden vidare med IEC 60870-5-101/-104.

## PROTROL DEVICE MANAGER

Protrol Device Manager är ett fristående effektivt program för central hantering av flera Protrol enheter samtidigt. Mjukvaran gör det enkelt att uppdatera enheter, ändra och ladda upp konfigurationer samt säkerhetskopiera inställningar lokalt med ett enda klick. Via Device Manager kan enheter uppgraderas individuellt eller i grupp, parametrar i enskilda enheter konfigureras samt inställningar jämföras mellan olika enheter.



## IPC402x FINNS MED EXTRA TILLÄGG

### FULLT AUTOMATISERAD FELISOLERING OCH ÅTERSTÄLLNING AV STRÖMFÖRSÖRJNING (FLISR)

Protrol feldetektorer, IPC4020, kan levereras med funktioner för att automatiskt isolera den felaktiga sektionen och återställa strömmen i en slinga med öppen punkt.

### BATTERIÖVERVAKNING

IPC4020 kan levereras med flera typer av batteriövervakning.

### FÖRHÖJD CYBERSÄKERHETSNIKIVÅ

IPC402x levereras alltid med grundläggande funktioner för cybersäkerhet, men kan också levereras med utökade säkerhetsfunktioner om så efterfrågas.

### 60870-5-101/-104 MASTER

IPC4020 kan agera lokal IEC 60870-5-101 master. Med denna tillvalsfunktion aktiverad är det möjligt att ansluta flera -101 slavar till IPC4020 och nå dem från driftcentralen.

### AUTOMATISK ÅTERINKOPPLING

Automatisk återinkoppling möjliggör en fördröjd tillslutningsorder som initieras av att effektbrytaren utlöses vid överström eller jordfel.

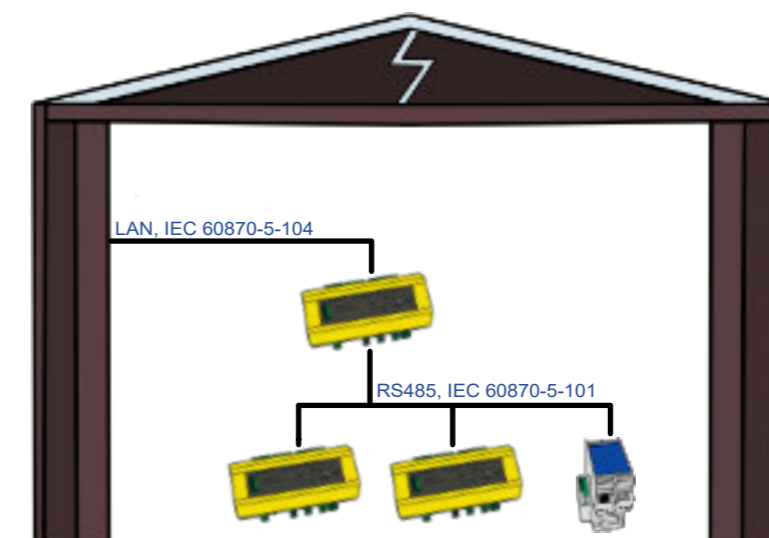
### SPÄNNINGSINGÅNG

En av de seriella portarna kan ersättas med en spänningsingång för mätning av DC- eller AC-spänning.

### MQTT / DLAB

MQTT är ett resurssnålt protokoll för maskin-till-maskinkommunikation. IPC402x kan integreras med dLabs plattform och system vilket innebär att felutpekningen ökar från fack i fördelningsstation ner till nätstationssegment.

Start- och tripp-signaler skickas från IPC402x-enheterna via MQTT till dLabs system och koordineras med registrerade händelser från aktuell fördelningsstation. Även störningsdata skickas och inkluderas i dLabs analys- och presentationssystem.



IPC402x



## ◆ IPC4020

Artikelnr: PT101140

Feldetektor och fjärterminal

16 binära ingångar

8 binära utgångar

Kan expanderas med PDCIO för ytterligare I/O

Tre ingångar för fasströmmar, 1 A

Strömförsörjning 24–48 V DC

Tillval:

Fullt automatiserad felisolering och återställning av strömförsörjning (FLISR)

Batteriövervakning

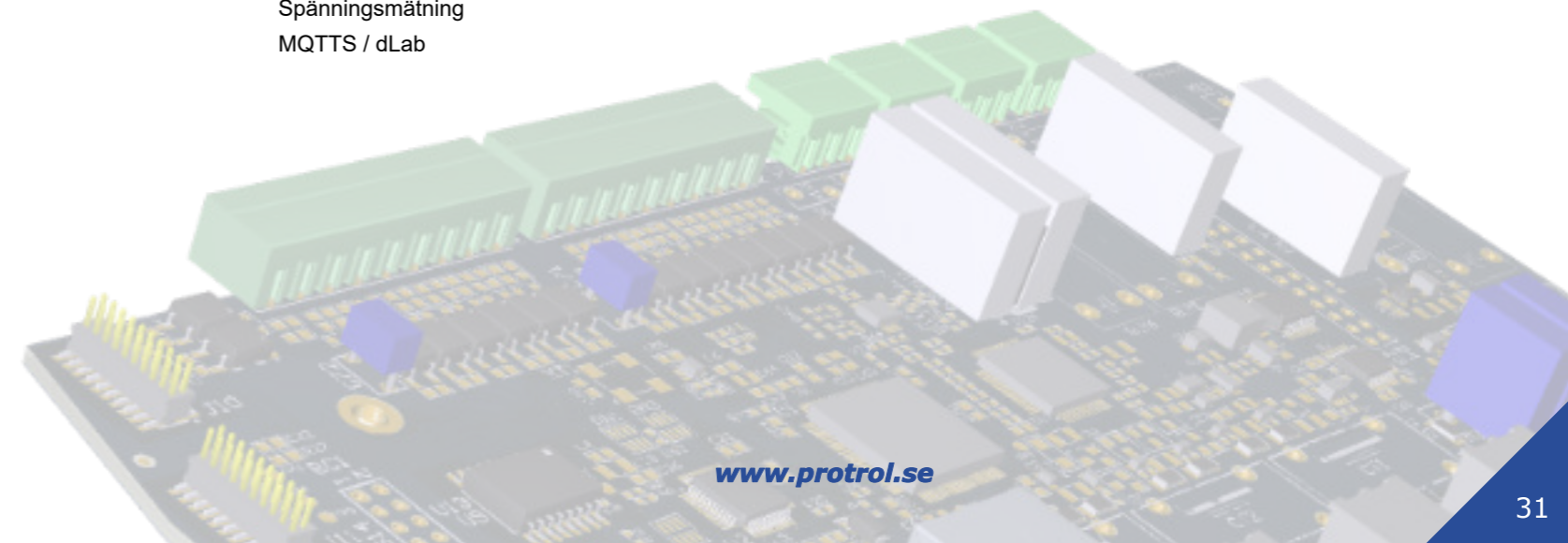
Förhöjd cybersäkerhetsnivå

IEC 60870-5-101/-104 master

Automatisk återinkoppling

Spänningsmätning

MQTTS / dLab



Avancerad feldetektor och fjärterminal  
Protrols patenterade jordfelsdetektering  
Oriktad jordfelsdetektering  
Överströmsdetektering  
Fasavbrottsdetektering  
Störningsregistrering  
Kommunikationsprotokoll IEC 60870-5-101/-104  
Integrerat webbgränssnitt  
Modbus

## IPC-varianter



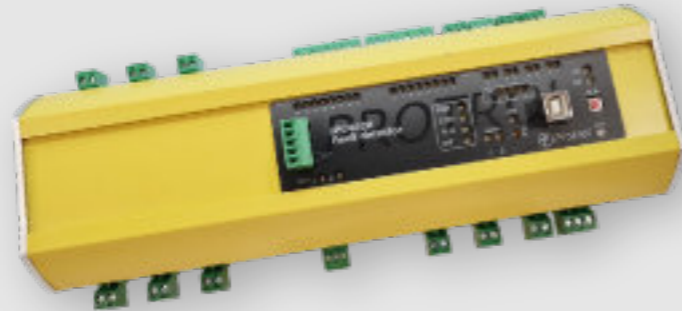
### ◆ IPC4020exp3

Artikelnr: PT101143

Feldetektor för tre mätpunkter  
16 binära ingångar  
Åtta binära utgångar  
Kan expanderas med PDCIO

Nio ingångar för fasströmmar, 1 A  
Strömförsörjning 24–48 V DC

Kan fås med samma tillval som IPC4020



### ◆ IPC4020exp4

Artikelnr: PT101154

Feldetektor för fyra mätpunkter  
24 binära ingångar  
12 binära utgångar  
Kan expanderas med PDCIO

12 ingångar för fasströmmar, 1 A  
Strömförsörjning 24–48 V DC

Kan fås med samma tillval som IPC4020



### ◆ IPC4020exp5/6

Artikelnr: PT101155/56

Feldetektor för fem/sex mätpunkter  
22 binära ingångar  
12 binära utgångar  
Kan expanderas med PDCIO

15/18 ingångar för fasströmmar, 1 A  
Strömförsörjning 24–48 V DC



Kan fås med samma tillval som IPC4020

### ◆ IPC4022

Artikelnr: PT101142

Feldetektor och fjärrterminal  
Åtta binära ingångar  
Tre binära utgångar

Tre ingångar för fasströmmar, 1 A  
Strömförsörjning 24–48 V DC



### ◆ IPC4022exp2 (två fack)

Artikelnr: PT101144

### ◆ IPC4022exp3 (tre fack)

Artikelnr: PT101145

### ◆ IPC402xCompact

Artikelnr: PT101173

Feldetektor

Nio ingångar för fasströmmar, 1 A  
Strömförsörjning 24–48 V DC



Artikelnr: PT101183

Feldetektor och fjärrterminal  
Sex binära ingångar  
Fyra binära utgångar

Nio ingångar för fasströmmar, 1 A  
Strömförsörjning 24–48 V DC



## FRISTÅENDE FPI: IPS



IPS-familjen är en serie fristående feldetektor för kortslutning och jordfel. Olika versioner finns tillgängliga för lokal indikering och är lämpliga för nätstationer utan kommunikation, eller för användning med en befintlig RTU (fjärrkontrollenhet) som samlar in och överför feldetektorsignaler till driftcentralen.



IPS-enheterna är konstruerade för att fungera underhållsfritt år efter år utan behov av batteribackup. Felindikering sker via en extern lysdiod (LED) och/eller reläkontakt. Tack vare interna superkondensatorer förblir den externa lysdioden aktiv i 24 timmar efter spänningsbortfall. Strömförsörjningen för IPS är 230 V AC.

IPS2 FPI erbjuder justerbara inställningar och snabbare felindikering, vilket gör den idealisk för nät med distribuerad produktion eller vid behov av snabb felbortkoppling. Den har gränssnitt för både extern lysdiod och slutande reläkontakt.



## ◆ IPS Light

Artikelnr: PT101120

Denna feldetektor ansluts till en kraftfull extern LED som signalerar kortslutning eller jordfel genom att blinka rött. Om ingen felström har passerat blinkar den grönt. IPS-enheten signalerar endast när ledningen har blivit spänningslös. Lysdioden är synlig från utsidan av stationen, vilket gör det möjligt att identifiera det felaktiga kabelsegmentet utan att behöva gå in i nätstationen.

Överströmsnivån är 130 %, medan gränsvärdet för jordfel är 1 A (vid omsättningen 300/1 på strömtransformatorn). Fördröjningstiden är 60 ms.



## ◆ IPS Relay

Artikelnr: PT101121

Felindikering med slutande reläkontakt istället för extern lysdiod. I övrigt identisk med IPS Light.



## ◆ IPS2

Artikelnr: PT101122

Felindikering med både slutande kontakt och extern LED. Inställningar för överström och jordfel i flera steg, vilket ger flexibilitet vid konfigurering av enheten för att matcha elsystemets specifika egenskaper.



## ◆ Extern LED-enhet

Artikelnr: PT606540

Kraftfull extern LED för IPS2/IPS Light



FELDETEKTERINGS-FUNKTION	IPS Light 101120	IPS Relay 101121	IPS2 230 VAC 101122	PDC2 303211	PDCIO 303215	IPC4022 101142	IPC4022exp2 101144	IPC4022exp3 101145	IPC4020 101140	IPC4020exp3 101143	IPC4020exp4 101154	IPC4020exp5 101155	IPC4020exp6 101156	IPC4020Compact 101173	IPC4020Compact 101183
Överström I>	✓	✓	✓			✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Överström I>>						✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Riktat jordfel	✓	✓	✓			✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Oriktat jordfel						✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Fasavbrott			✓			✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Störnings skrivare						✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
<b>MÄTVÄRDEN</b>															
Fasströmmar, summaström rms						✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Temperatur						✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Max felström						✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Maximal ström						✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
15 minuters medelvärde						✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Felaktig(a) fas(er)						✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
<b>STRÖMFÖRSÖRJNING</b>															
24 - 48 VDC				✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
230 VAC	✓	✓	✓												
<b>HÄRDVARA</b>															
Strömingångar 1 A	3	3	3			3	6	9	3	9	12	15	18	9	9
Binära ingångar				13	13	8 (10)	8 (10)	8 (10)	16	16	24	24	24		6
Binära utgångar		1	1	8	8	3	3	3	8	8	12	12	12		4
LED-utgångar	1		1												
PT100/mAV				1	1										
<b>KOMMUNIKATIONS-PROTOKOLL</b>															
IEC 60870-5-101				✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
IEC 60870-5-104				✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Modbus						✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
<b>KOMMUNIKATIONS-GRÄNSSNITT</b>															
Ethernet, RJ45 10/100Base				✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
USB typ B				✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
RS485				✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
<b>TILLÄGG</b>															
RS232, DSUB9 DCE						✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		
Automatisk återkoppling									✓	✓	✓	✓	✓		
FLISR									✓	✓	✓	✓	✓		
IEC 60870-5-101 Master									✓	✓	✓	✓	✓		
IEC 60870-5-104 Master				✓					✓	✓	✓	✓	✓		
Spänning ingång 0-110 V AC/DC									✓	✓	✓	✓	✓		
Strömingång mA				✓	✓										
Spänningsingång V DC				✓	✓										

## STRÖMMÄTNING



Samtliga Protrols feldetektorer använder fasströmmätning för noggrann feldetektering. Kabelströmtransformatorer monteras på de isolerade kabeldelarna i ledningsfacken. För delbara strömtransformatorer kan det löstagbara oket demonteras och återmonteras utan verktyg. Kabelströmtransformatorer och sensorer för luftledningar kan monteras på både spänningsförande och spänningslösa ledare.

## KABELSTRÖMTRANSFORMATORER

### ◆ DELBAR MED SNABBKOPPLING

150/1 A  
Artikelnr: PT606550

300/1 A  
Artikelnr: PT606551

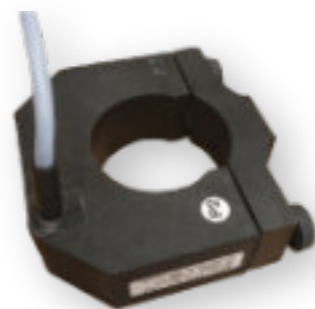
Öppning 34 mm  
Diameter 40 mm  
4 m kabel



### ◆ INGJUTEN MED SKÄRM

300/1 A  
Artikelnr: PT606581

Öppning 50 mm  
Diameter 65 mm  
8 m skärmad kabel

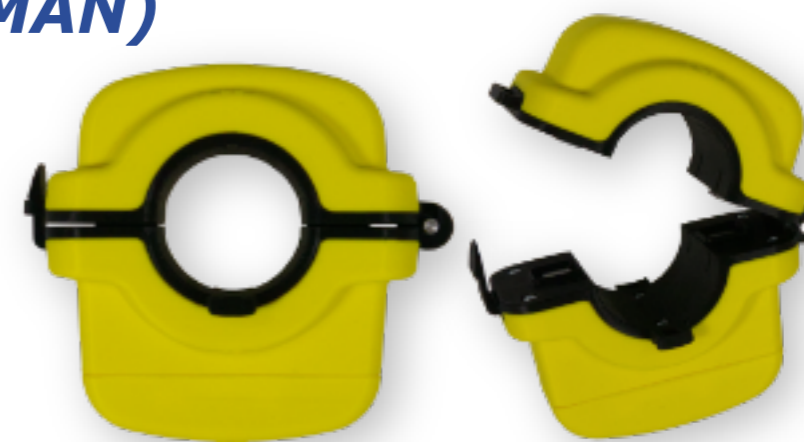


### ◆ PCT (PACTMAN)

150/1 A  
Artikelnr: PT606620

300/1 A  
Artikelnr: PT606621

Diameter 50 mm  
Plintanslutning



## SENSORER FÖR LUFTLEDNING

### ◆ STRIX

Artikelnr: PT606601

STRIX består av trådlösa sensorenheter som kommunicerar med en insamlingsenhet via 2,45 GHz-radio. Insamlingsenheten tar emot data från sensorerna och vidarebefordrar information till driftcentralen via 4G, IEC 60870 5 104, MQTT(S) och HTTP(S). Utrustningen är självförsörjande genom en så kallad harvesting-kärna som tar effekt från ledningen och fungerar ända ned till 5 A, kompletterad med batteri för reservdrift. Installation utförs på spänningssatt ledning med isolerstång. Lokal indikering via LED-signaler.



### ◆ LOFA

200/1 A, 12 kV  
Artikelnr: PT606590

200/1 A, 24 kV  
Artikelnr: PT606591

För luftledningar kan de delbara strömsensorerna monteras på både isolerade och oisolerade ledare. Låsklämman, som sluter sensorns magnetiska krets, fixerar sensorn vid luftledningen och tränger igenom ledarens eventuella isolationsskikt.



# KONTROLL & ÖVERVAKNING



## ◆ PDC2

Artikelnr: *PT303211*

PDC2 är en liten DIN-skenemonterad RTU med skalbar arkitektur. PDC2 kan enkelt utökas med insticksmoduler för I/O. Den har 13 binära ingångar och 8 utgångar, samt en Pt100. Alla in- och utgångar har LED-indikeringar. Kommunikationsgränssnittet är IEC 60870-5-101/-104 och den har en USB-serviceport.



## ◆ PxC

Artikelnr: *PT404330*

PxC är ett isolerat RS485/RS422-gränssnitt för IEC 60870-5-101 och ansluts till PDC2 och PDCIO.



## ◆ PDCIO

Artikelnr: *PT303215*

PDCIO används för att öka mängden in- och utgångar hos IPC4020 vid behov. Objektsinställningarna för de extra I/O-punkterna görs direkt i IPC:ns integrerade webbgränssnitt.



## Expansioner:

### ◆ PBI

Artikelnr: *PT303220*

15 binära ingångar

### ◆ PBO

Artikelnr: *PT303230*

12 binära utgångar

### ◆ PAI

Artikelnr: *PT303240*

8 analoga ingångar 0/4 - 20 mA

Artikelnr: *PT303241*

4 analoga ingångar 0/4 - 20 mA

3 Pt100 ingångar

1 spänningsingång +- 30 VDC



## KOMMUNIKATION



Denna produktgrupp inkluderar produkter för signalförstärkning/-delning, överspänningsskydd för RS485-anslutna enheter samt radiomodem. Produkterna är DIN-skenemonterade.



### LSR

Artikelnr: *PT404310* Artikelnr: *PT404311*  
RS232 — 2 x RS485 modem RS485 — 2 x RS485 repeater  
LSR är ett kombinerat modem, linjesplitter och repeater. Flera LSR-enheter kan staplas för uppdelning i fler än två transceivernätverk.

### PxL

Artikelnr: *PT404520*  
PxL är ett kommunikationsgränssnitt för LoRaWAN i 868 MHz-frekvensbandet. Det har ett seriellt gränssnitt för IPC402x.



### OVP

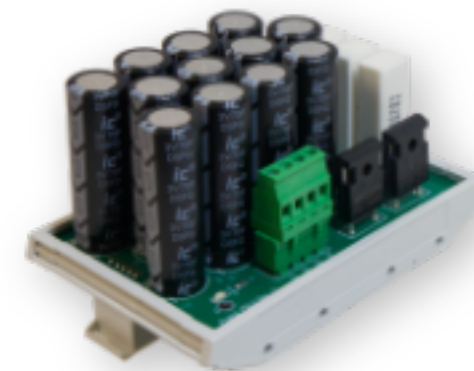
Artikelnr: *PT606510*  
OVP är ett överspänningsskydd för RS485-signalkablar. Det skyddar det seriella kommunikationsgränssnittet hos IPC402x mot inducerade spänningar i anslutande signalkabel.



## STRÖMFÖRSÖRJNING

### PBU2

Artikelnr: *PT505411*  
Strömförsörjning med superkondensatorer är mycket effektivt där lång livslängd är viktigare än lång drifttid. Elimineras behovet av separat laddare och batteri när matningen till stationen förloras, och låter en FPI skicka händelser till driftcentralen.



Typisk drifttid efter strömavbrott med en IPC är ca 5 minuter.

### BATTERIER

Artikelnr: *PT505430*  
12 VDC 7 Ah, AGM longlife

Artikelnr: *PT505471*  
12 VDC 7.2 Ah, Blykristall

Artikelnr: *PT505432*  
12 VDC 12 Ah, AGM longlife

Artikelnr: *PT505472*  
12 VDC 12 Ah, Blykristall

Artikelnr: *PT505433*  
12 VDC 17 Ah, AGM longlife

Artikelnr: *PT505473*  
12 VDC 18 Ah, Blykristall

Artikelnr: *PT505435*  
12 VDC 24 Ah, AGM Eurobat certified longlife



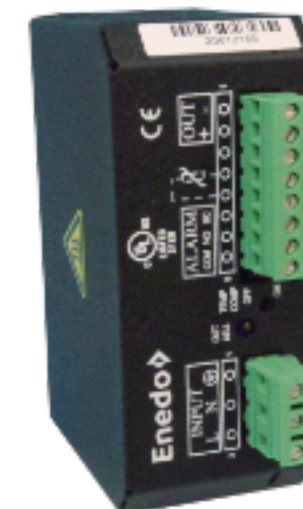
### BATTERILADDARE

DIN-monterade med temperaturkompenserad laddning, larmrelä

Artikelnr: *PT505420*  
24 V DC  
2.2 A

Artikelnr: *PT505422*  
24 V DC  
5 A

Artikelnr: *PTH-PS-TSPC-240-124UPS*  
UPS AC/DC  
24 V DC, 10 A



# SKÅP & LÖSNINGAR

## STANDARD SKÅP

Artikelnr: PT715004 - IPC4020

Artikelnr: PT715005 - IPC4020exp3

Artikelnr: PT715013 - PDC2

Polykarbonatskåp med transparent dörr  
Mått: 600 x 400 x 210 mm eller 700 x 500 x 300 mm

Inkluderade komponenter utöver IPC/PDC

Artikelnr: PT505420 - Batteriladdare

Artikelnr: PT505430 - Batterier 2 x 12 V, 7 Ah

Skåpen har en Lokal/Fjärr-omkopplare på ytterdörren, nollspänningsövervakningsrelä för 230 V AC, plats för kommunikationsmodem, plintsäkringar, genomföringar och ventilation.

Beroende på önskemål och funktion kan skåpen skräddarsys.

Exempel på valmöjligheter:

Utomhusskåp med regnskydd  
Monteringsdetaljer för stolpmontage  
Material stål/rostfritt  
Överspänningsskydd  
Olika batteriövervakningslösningar  
Backup med superkondensatorer  
Djupurladdningsskydd  
Reservmanöverpanel



Ytterligare in- och utgångar (I/O) / PDCIO  
Integrering av kundspecifik kommunikationsutrustning  
Värmeelement med termostat  
Temperaturmätning  
Modbus  
Osv...

## STRIX-SKÅP

Rostfritt utomhusskåp med regnskydd

Fristående FPI - IPC4020

Värme

24 V Batteri, 7 Ah

Batteriladdare

24 V Säkring MCB



# EXEMPEL PÅ KUNDSPECIFIKA SKÅP

## STYRSKÅP 1

Golvskåp 1800 x 600 x 600 mm

RTU/FPI - IPC4020exp3

Extra I/O - PDCIO

24 V Batteri, 17 Ah

Batteriladdare

Lokal/Fjärr omkopplare



## STYRSKÅP 2

Pullverlackat skåp

400 x 400 x 210 mm

RTU, FPI - IPC4020exp3

Superkondensator

Överspänningsskydd, Elrond

## STYRSKÅP 3

Pullverlackat skåp

800 x 450 x 300 mm

RTU/FPI - IPC4020exp3

Extra I/O - PDCIO

24 V Batteri, 24 Ah

Batteriladdare

Extra tempmätning PT100

Batteriövervakning

Överspänningsskydd, Elrond

24 V fördelning MCB

230 V MCB

Vägguttag

Lokal Manöverpanel



## STYRSKÅP 4

Pullverlackat skåp

800 x 400 x 300 mm

RTU/FPI - IPC4020exp4

Extra I/O - PDCIO

24 V Batteri, 18 Ah

Batteriladdare

24 V Fördelning plintsäkringar

Överspänningsskydd, Elrond

Extra temperatur mätning

DAT3012 via modbus, PT100

Batteriövervakning





# *Protrol*

■ PART OF ENSTO GROUP

Vi finns i Mölndal



Kontakta oss

*Ensto Protrol AB*  
*Alfagatan 3*  
*431 49 Mölndal*

*[www.protrol.se](http://www.protrol.se)*  
*[order@protrol.se](mailto:order@protrol.se)*  
*031 45 82 00*