VÉDELMI ÉS IRÁNYÍTÁSTECHNIKAI FÓRUM 2018, MÁTRAHÁZA, 2018. JÚNIUS 5-7.

Digitális alállomások

Koncepciók, sajátosságok védelmes szempontból

Bánfalvy Zoltán, termékmenedzser, ABB Kft PGSC

Áttekintés

Bevezető

Redundancia és hálózati topológiák

Digitális légszigetelésű alállomások

Digitális GIS alállomások

Digitális KÖF alállomások

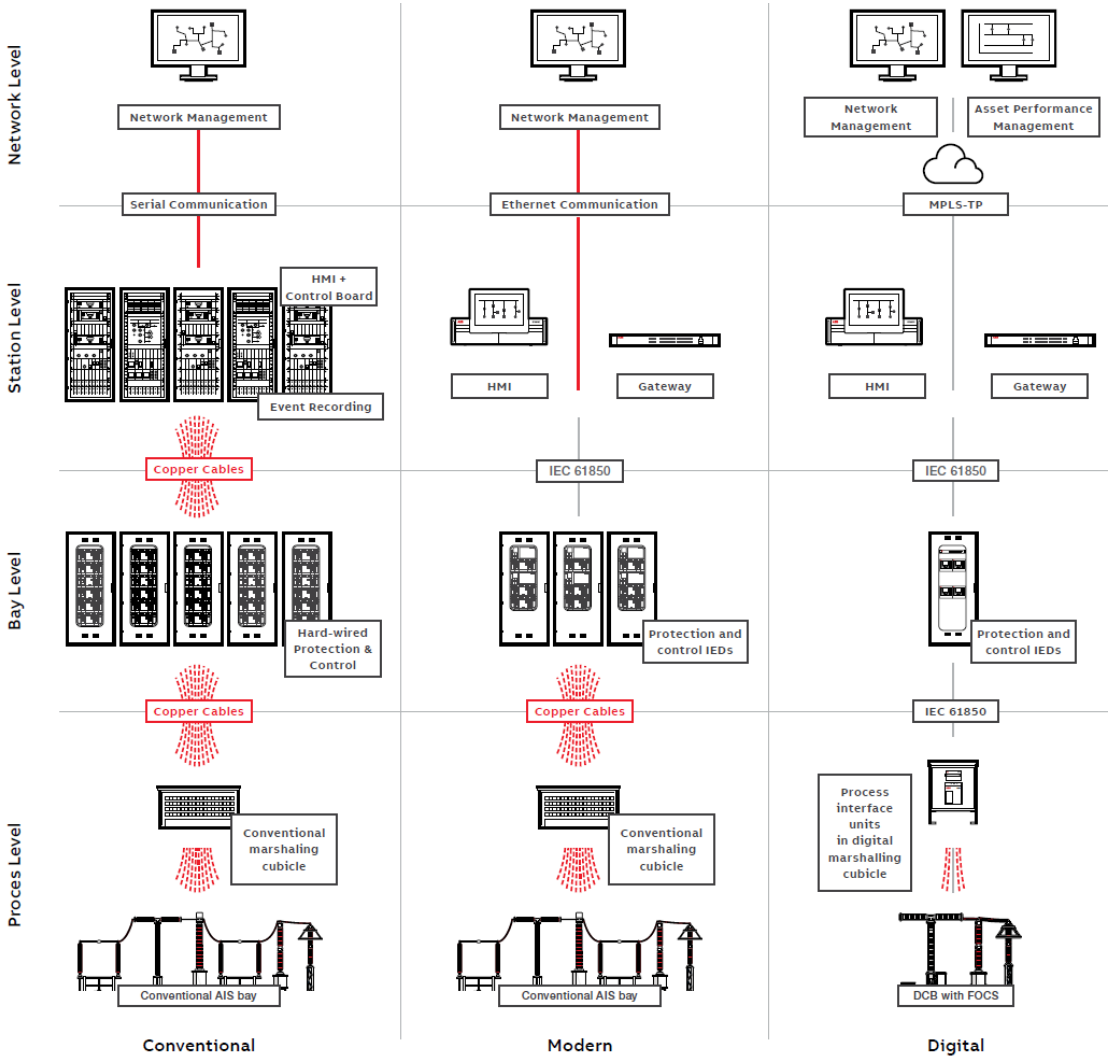
A Process bus eszközei

Digitális alállomások a gyakorlatban

Vészműködtetés

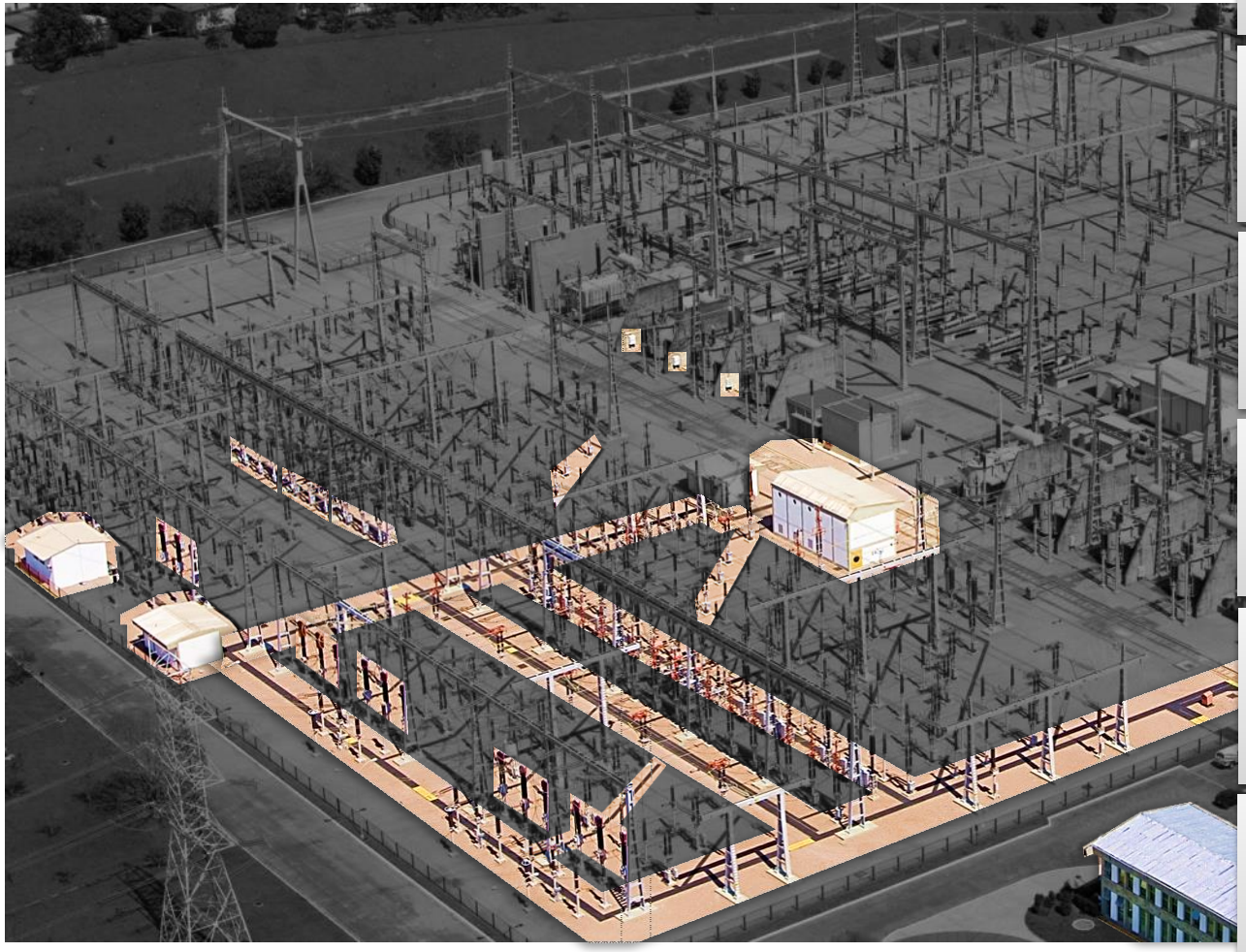
Kiberbiztonság

Az alállomási védelem-irányítás technika fejlődése



A Process Bus alkalmazásának előnyei

Digitális forradalom az alállomásban



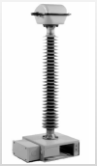
Kevesebb kábel, optika rézkábelek helyett.

Primer készülékek process bus csatlakozással

Alacsonyabb követelményeket támaszt a hagyományos ÁV/FV-k felé (kisebb terhelés).

Egyszerűbb szekunder szekrények, teljes leválasztás a nagyfeszültségű részektől.

A szenzorok (NCIT) megbízhatóbbak és biztonságosabbak a hagyományos mérőváltóknál.



Csökkentett karbantartási igény, a komponensek folyamatos, átfogóbb felügyeletén keresztül

© ABB Group

Process Bus

IEC 61850 alállomási-, mező- és primer szinten

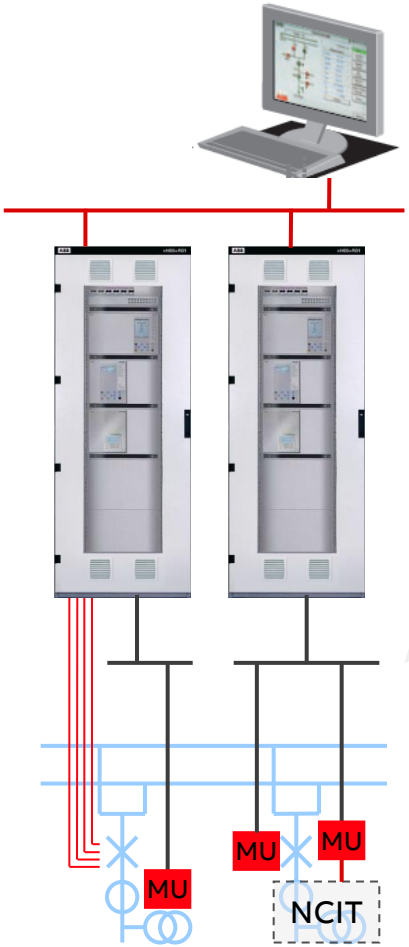
Állomási szint

IEC 61850 station bus

Mező szint

IEC 61850 process bus

Primer („folyamat”) szint



A station bus kapcsolja össze az egyes IED-ket az irányítástechnikai rendszerrel.

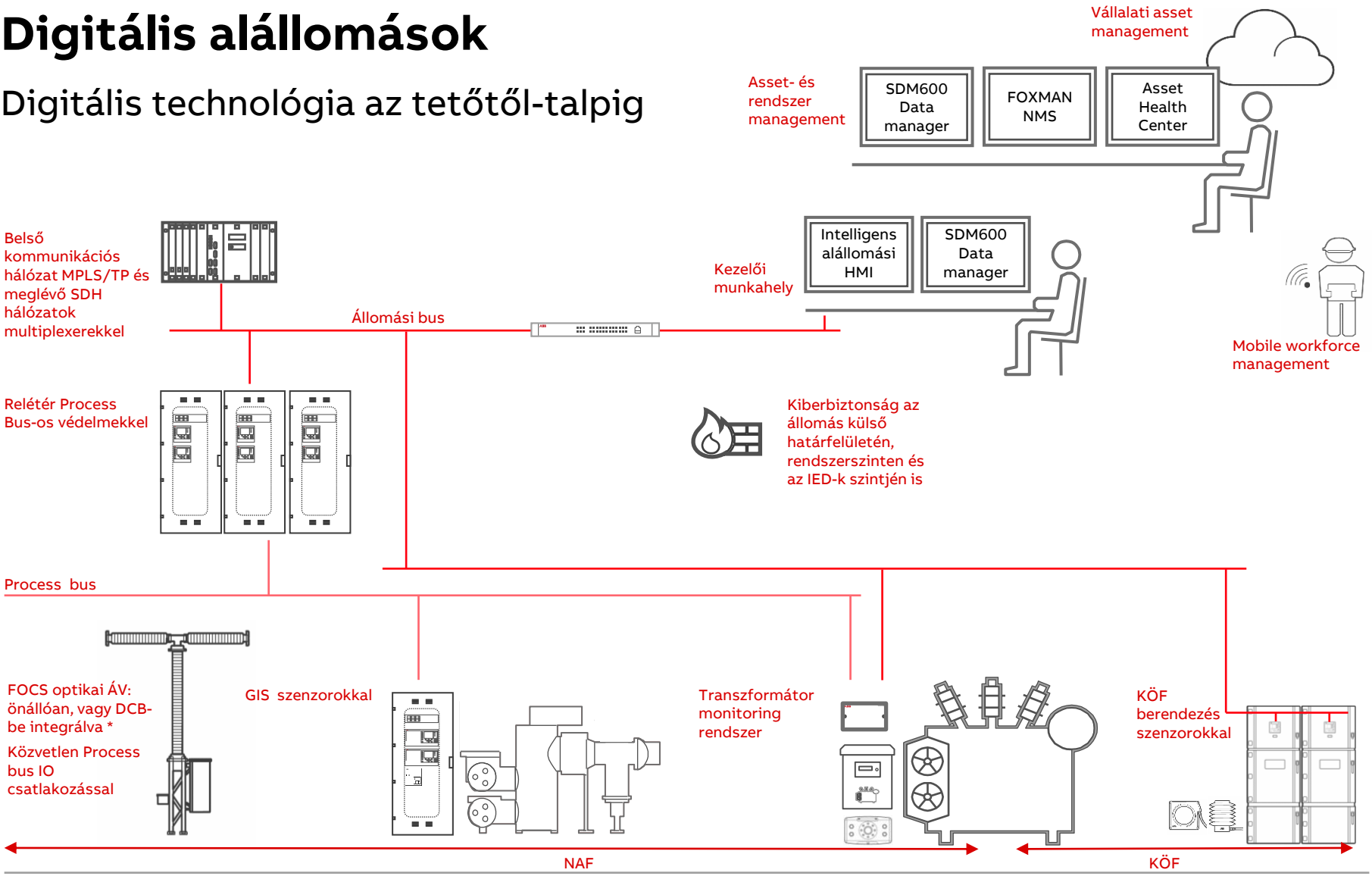
- A mező- és alállomási szint között biztosítja az adatcserét, valamint mező szinten az egyes IED-k között is (GOOSE)

- A process bus a primer technológiát kapcsolja össze a szekunder rendszerrel
  - A parancsok és kétállapotú jelek GOOSE táviratban közlekednek a primer kapcsolókészülékek és az IED-k között, IEC61850-8-1-en
  - A mintavételezett analóg jelek Etherneten, az IEC 61850-9-2 szerint közlekednek
  - Implementáció az UCAIug “IEC 61850-9-2LE” alapján.

MU = merging unit
NCIT = non-conventional instrument transformer

Digitális alállomások

Digitális technológia az tetőtől-talpig



*DCB: Disconnecting circuit breaker

Szabványosítás és átjárhatóság

IEC 61850-9-2 szabvány és alkalmazási útmutatója

A szabvány: IEC 61850-9-2

Standard for communication networks and systems in substations, part 9-2: “Specific Communication Service Mapping (SCSM) - Sampled values over ISO/IEC 8802-3”

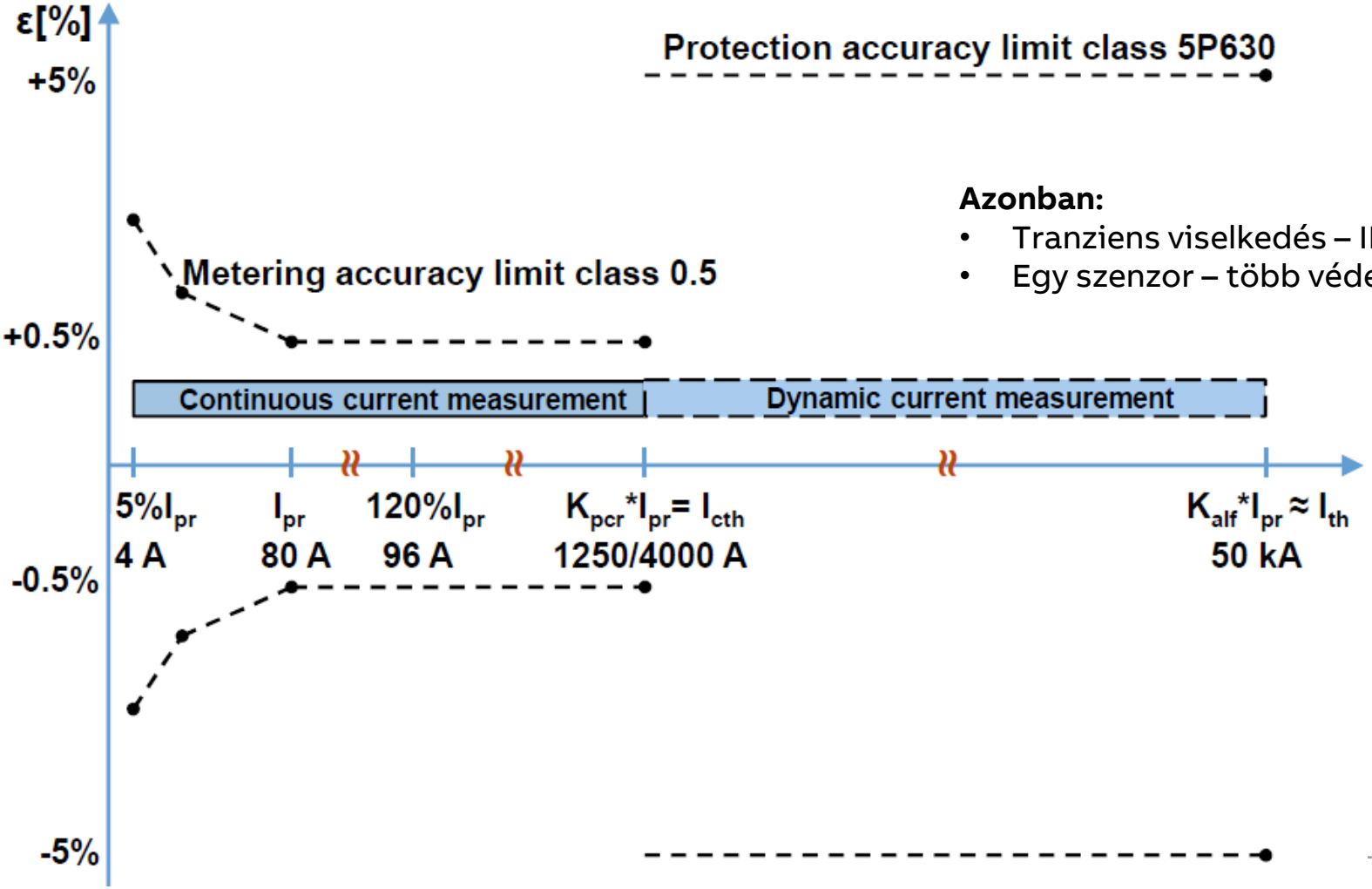
A szabvány nagyon széleskörű, tág kereteket hagy az értelmezésre, ami megnehezíti az átjárhatóság biztosítását.

Alkalmazási útmutató:

- „Implementation Guideline for digital Interface to instrument transformers using IEC 61850-9-2”
- Az átjárható gyakorlati megvalósítás előmozdítása érdekében az UCA International Users Group elkészítette az IEC 61850-9-2 alkalmazási útmutatóját
- Ennek általánosan elfogadott elnevezése: IEC 61850-9-2LE “light edition”

Szenzorok

Pontossági osztály 0.5/5P630

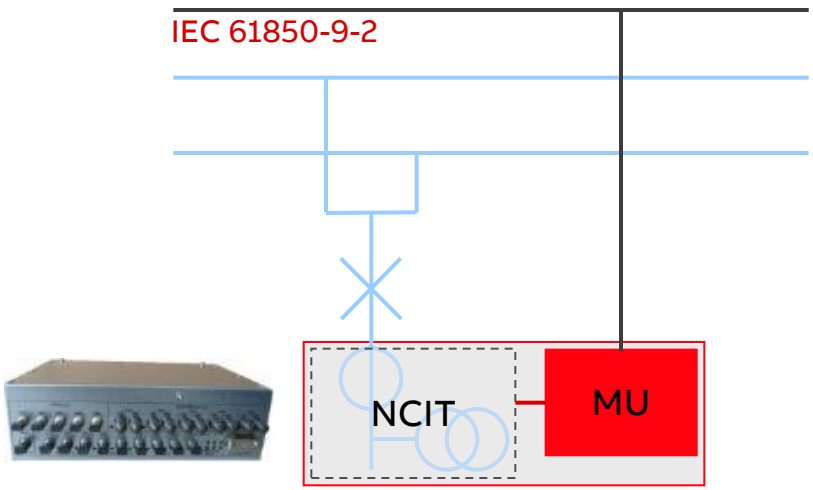


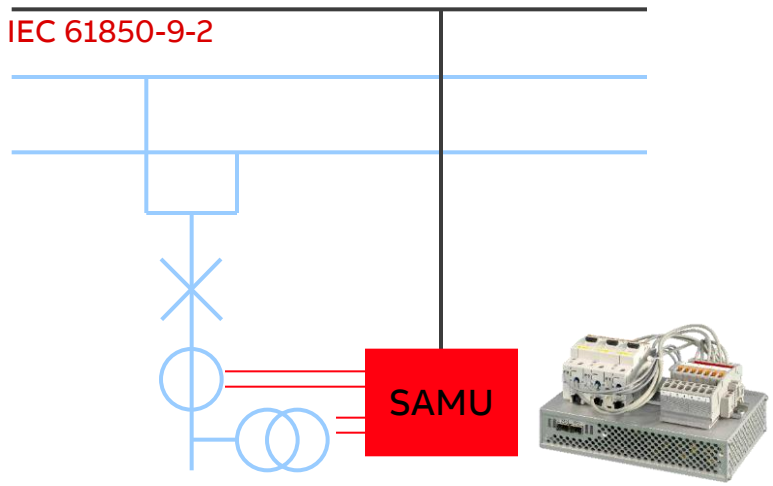
Azonban:

- Tranziens viselkedés – IED oldalról?
- Egy szenzor – több védelem?

©ABB

NCIT, Merging Unit





MU szenzorokhoz

- NCIT: Non-convential Instrument Transformer: „nem hagyományos mérőváltó” – pl. Rogowski-tekercs, kapacitív feszültségosztó, optikai áramszenzor
- Az MU az adott típusú NCIT-hez készül.
- A 9-2 kimeneten ismert a dinamikus viselkedése

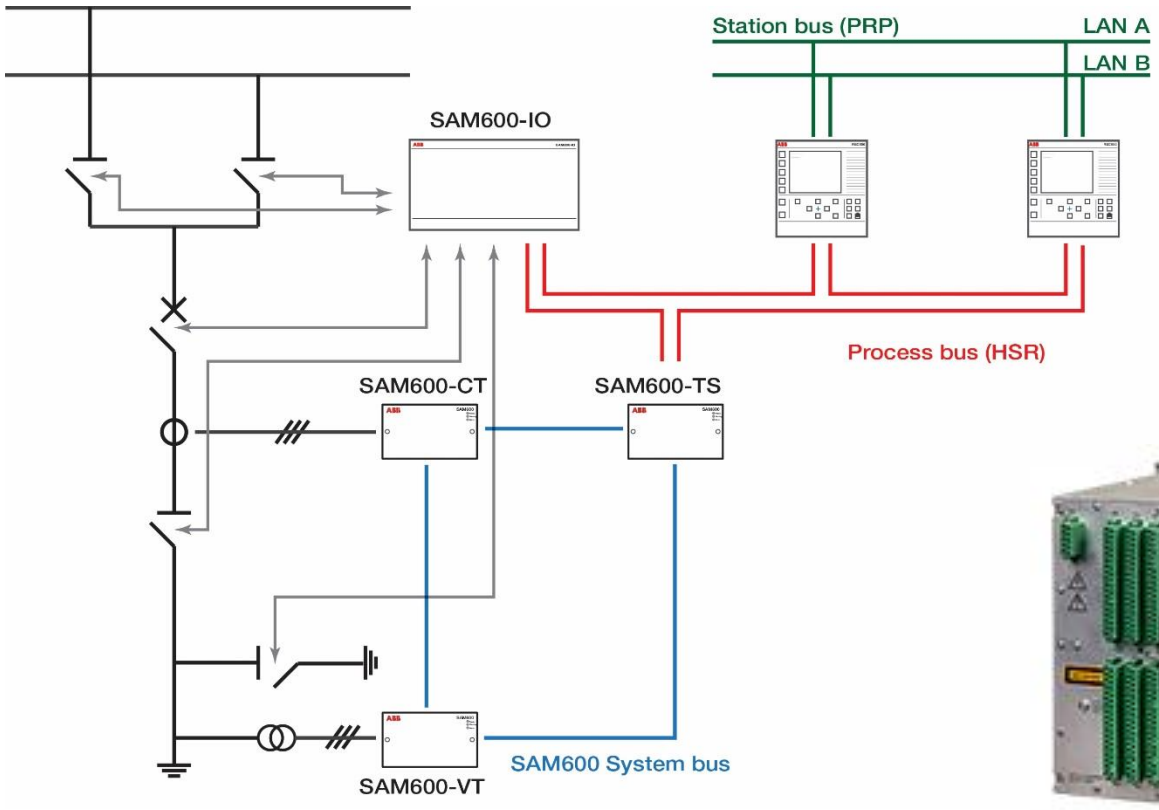
MU hagyományos mérőváltókhoz

- ÁV/FV-hez való interfésszel (SAMU*)
- Bármilyen szabványos ÁV/FV-hoz csatlakoztatható
- A tranziens viselkedése nincs még *szabványban rögzítve* a 9-2 kimeneten

*SAMU: stand-alone merging unit (Az IEC 61869-13 szabvány foglalkozik majd velük)

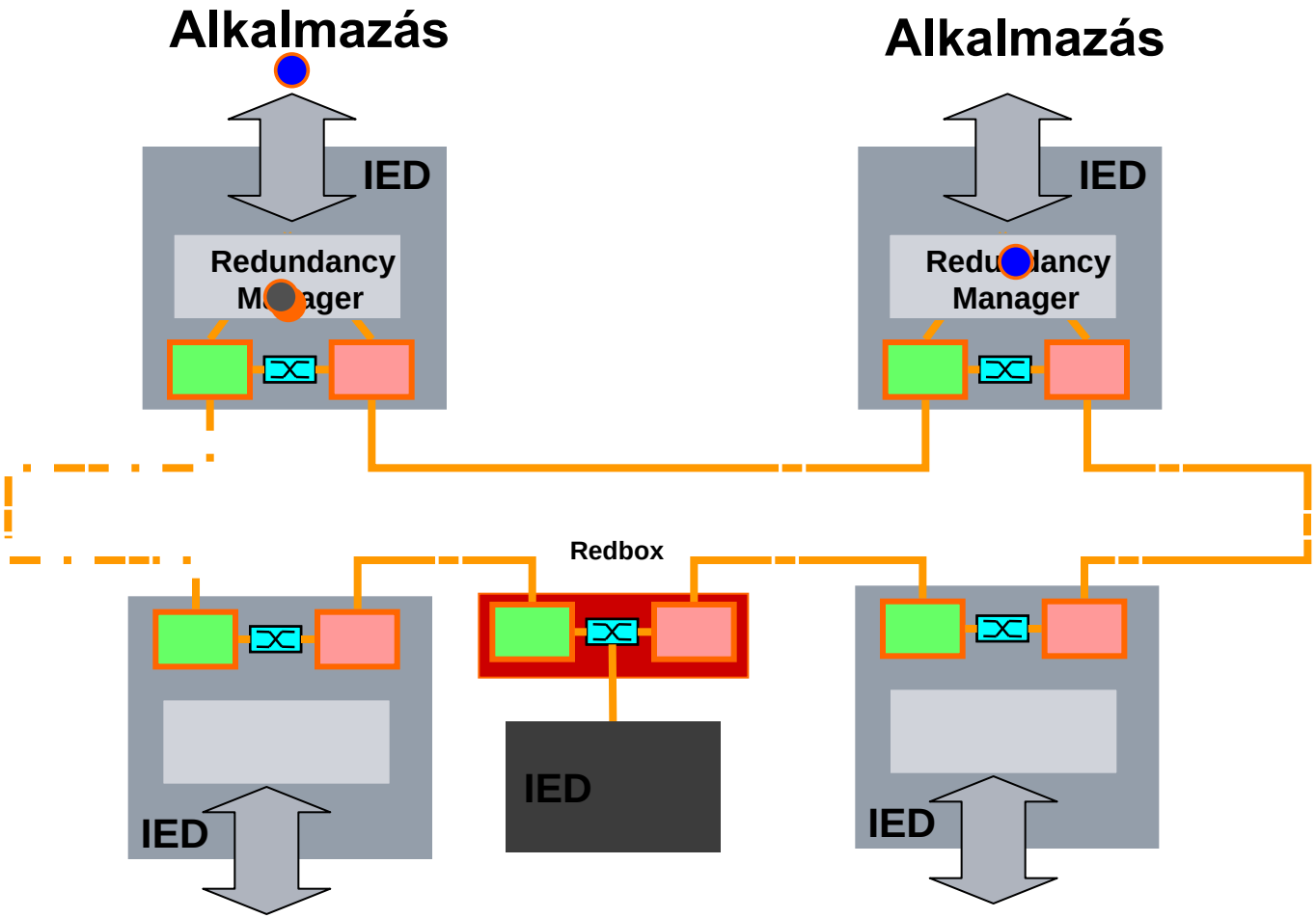
© ABB Group

Merging Unit, Működtető IED

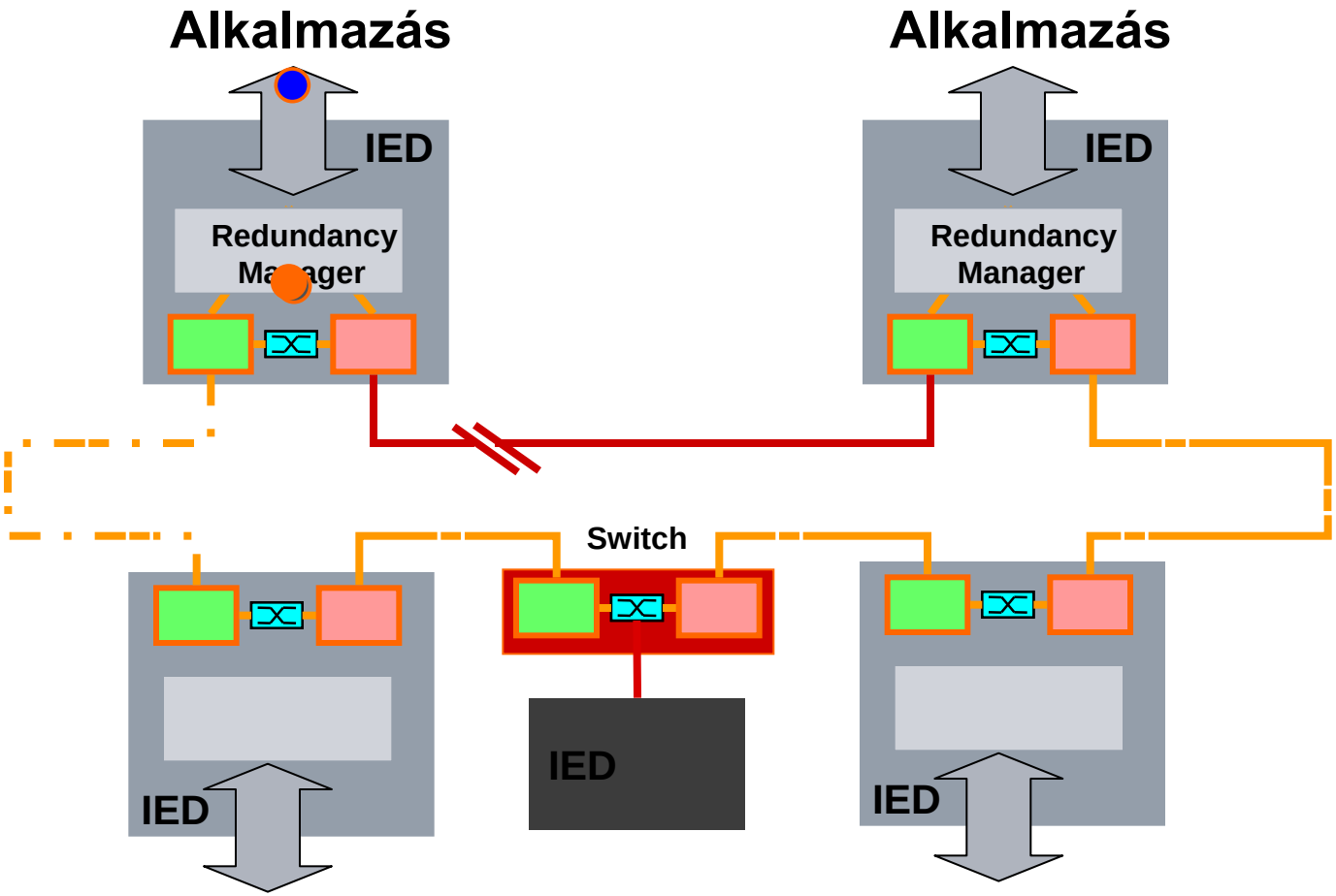


© ABB Group

RSTP normál működés

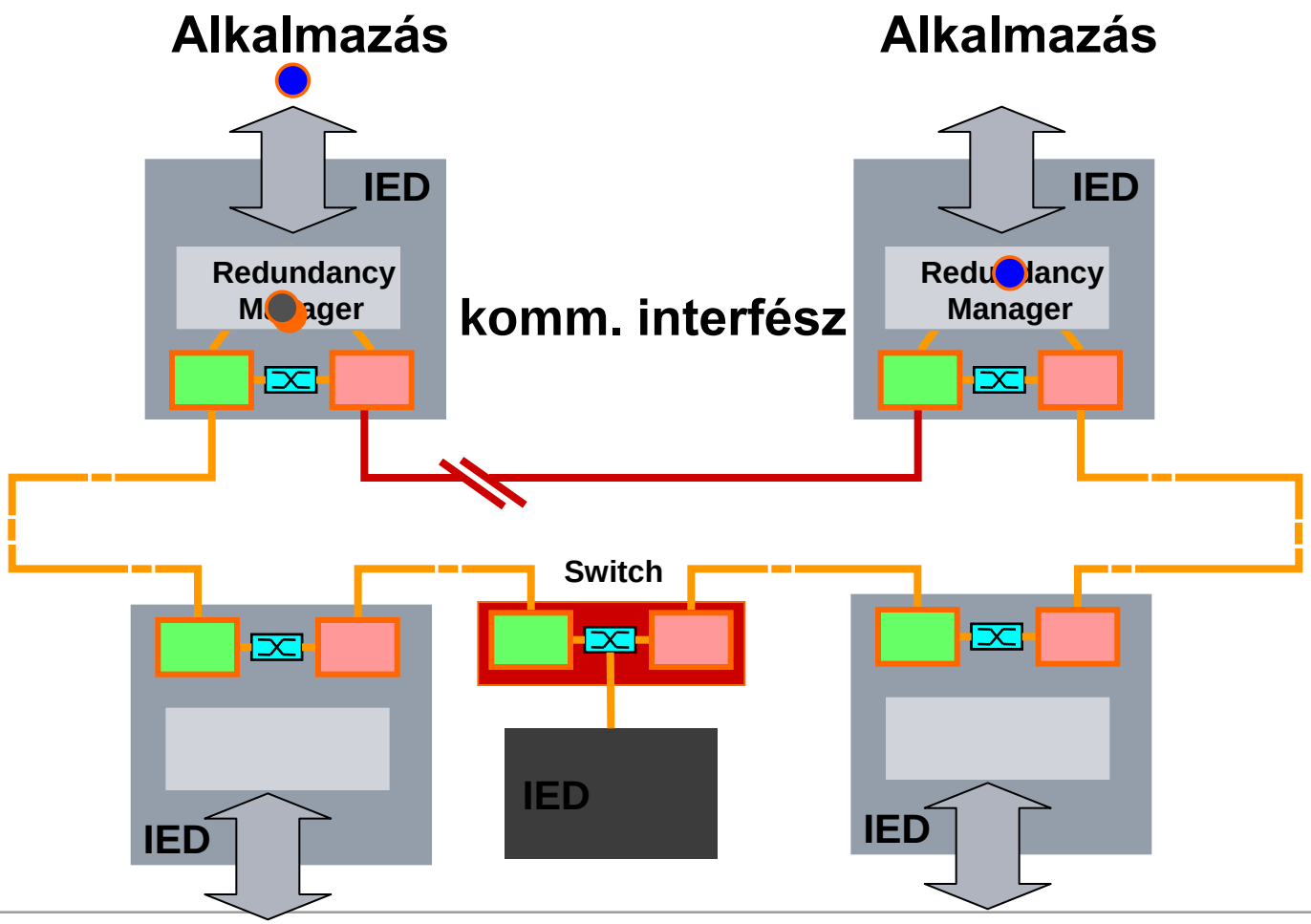


RSTP működése hiba esetén, átkapcsolás előtt

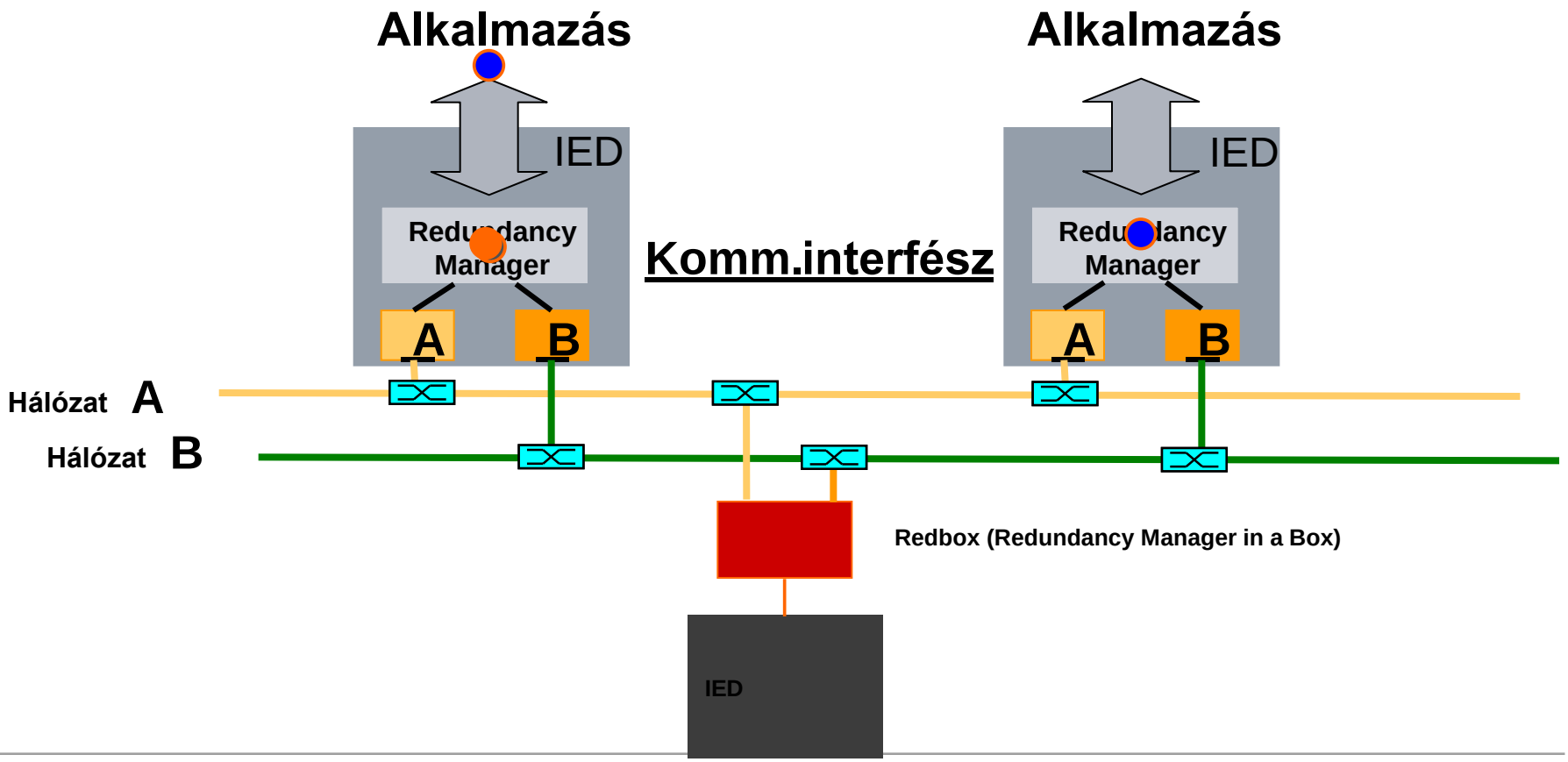


Loss of data comparing to HSR and PRP

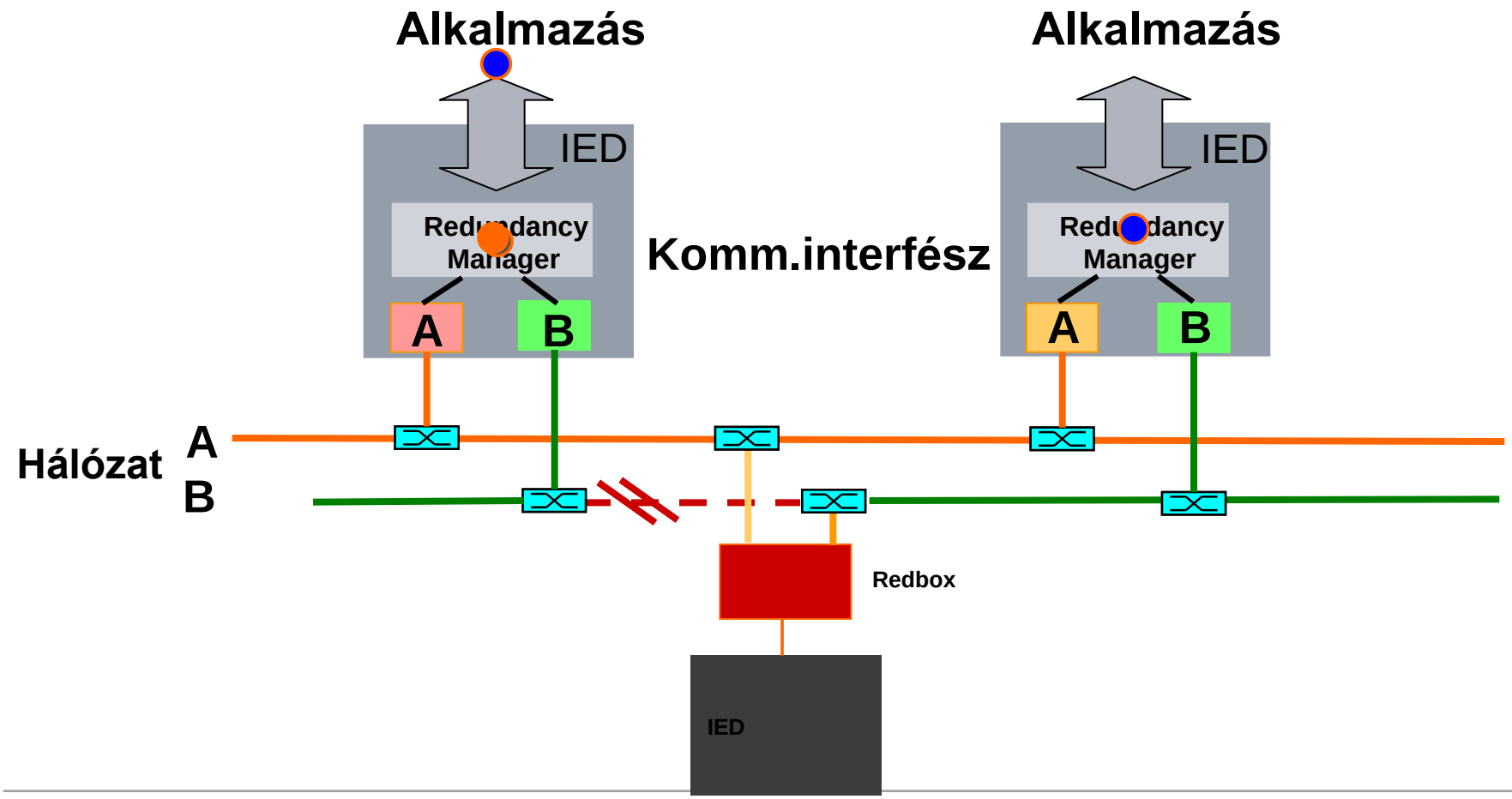
RSTP működése hiba esetén átkapcsolás után



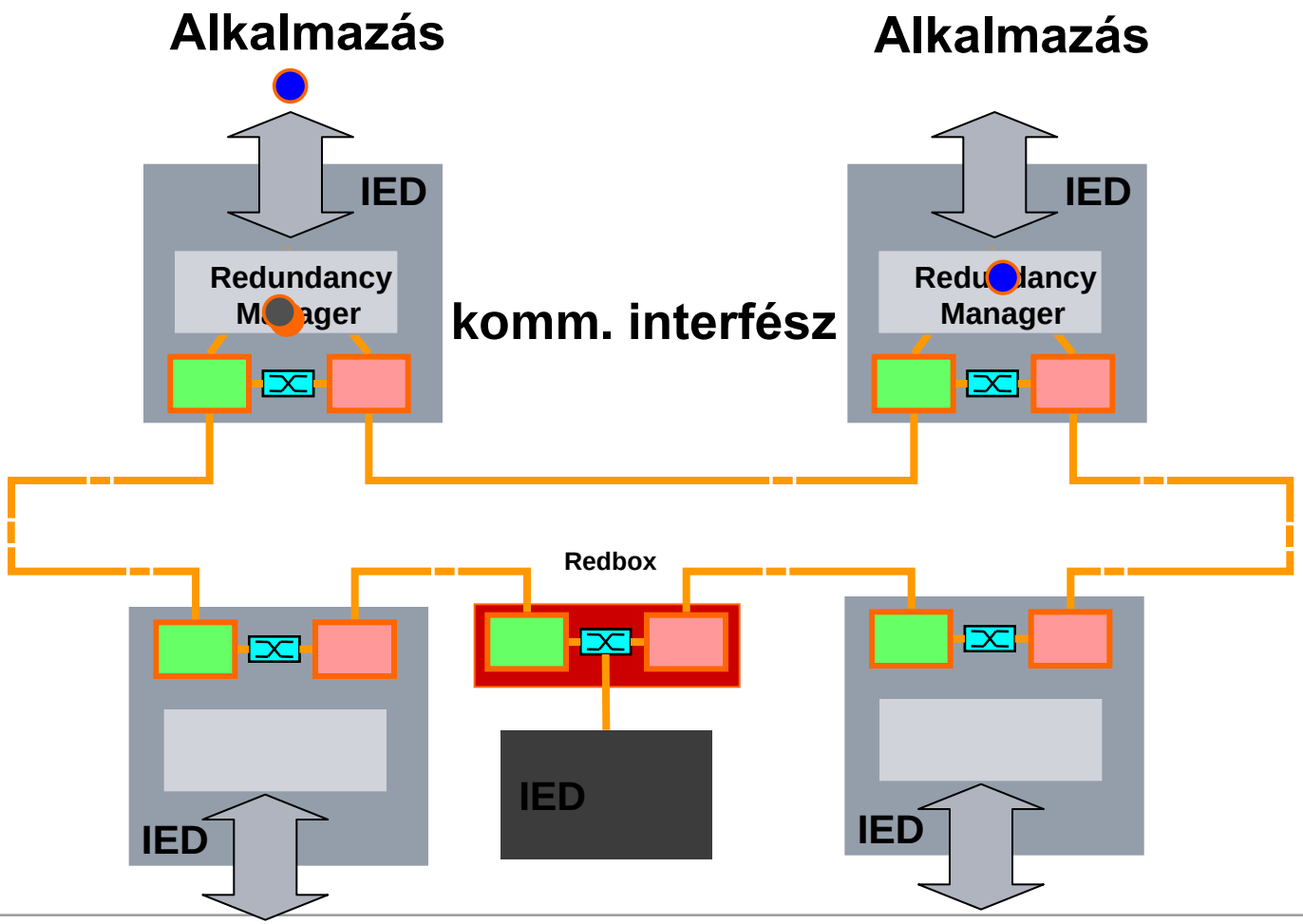
PRP normál működés



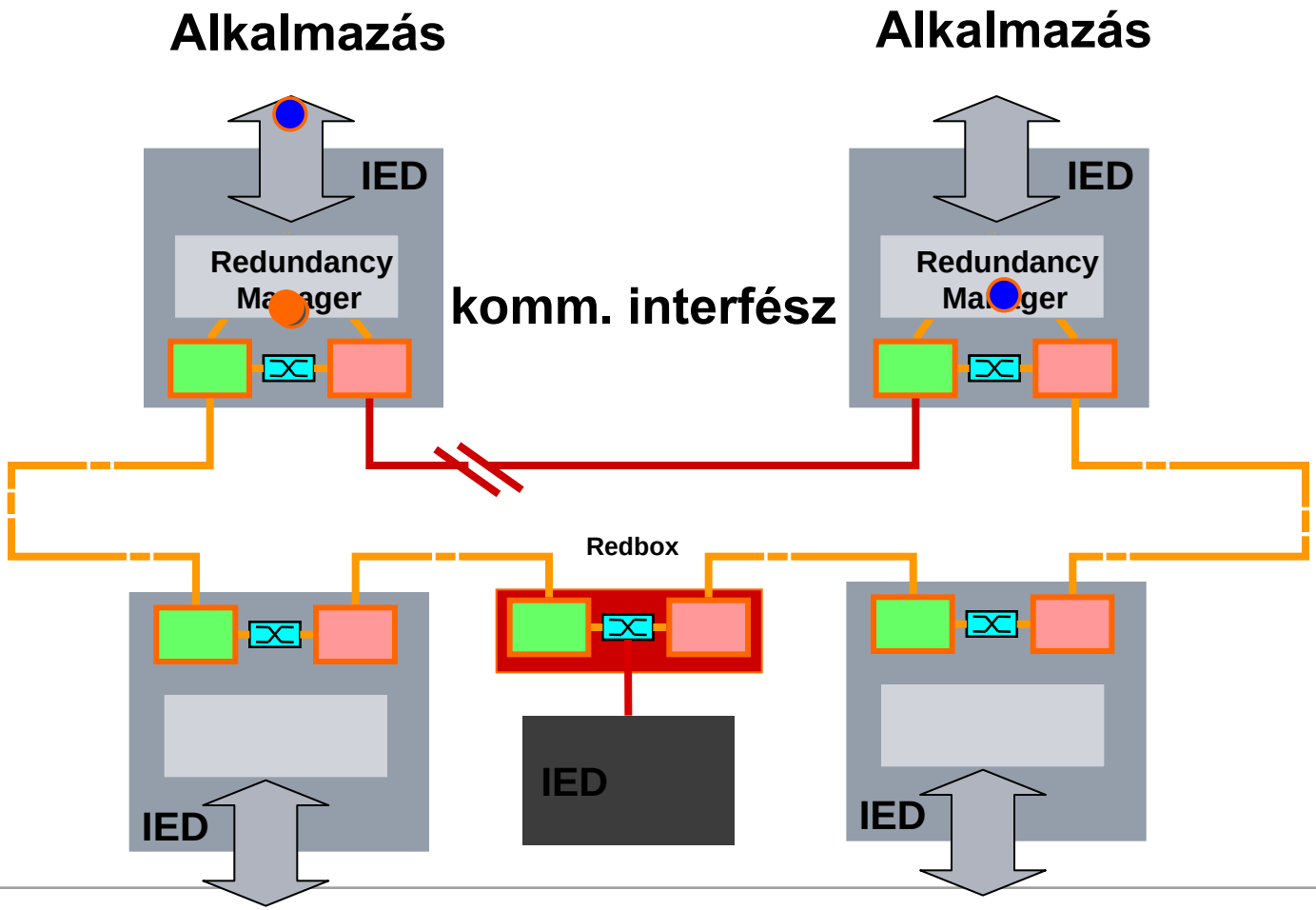
PRP működése hiba esetén



HSR normál működés

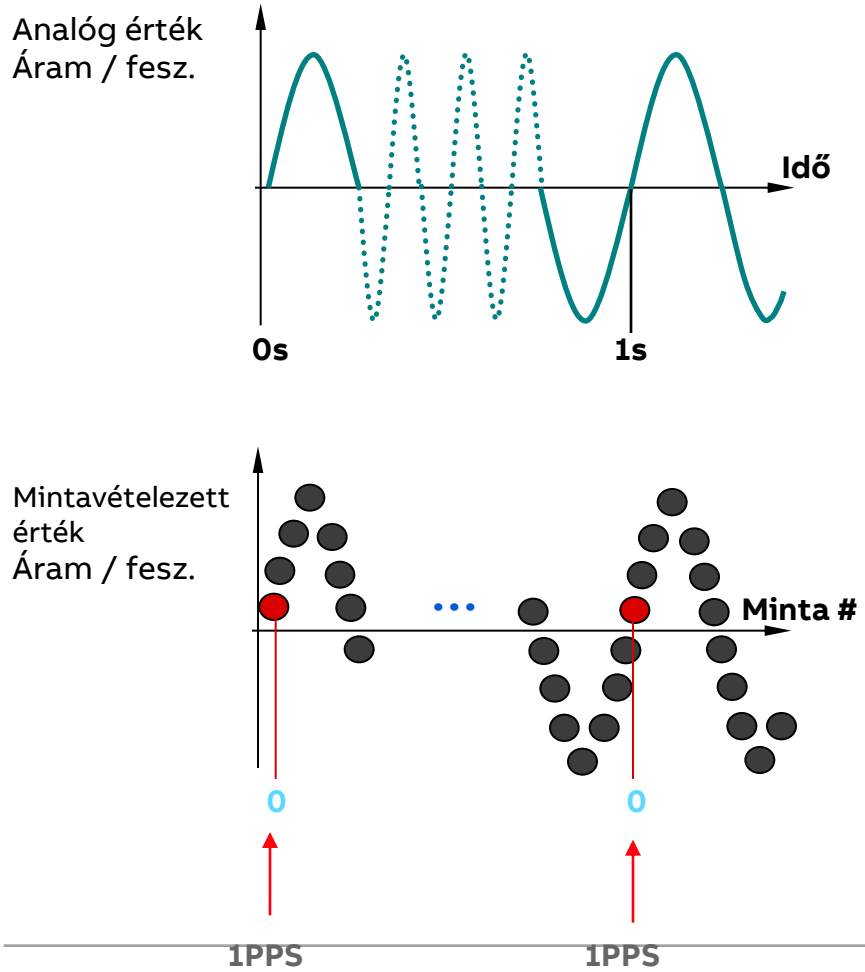


HSR működése hiba esetén



Időszinkron

Különböző forrásból származó jelek szinkronizálása



Az analóg értékek mintavételezésének összehangolására időszinkronozás

Lehetővé teszi különböző készülékekből érkező jelek azonos időalapját

Nincs szükség abszolút időreferenciára

A szinkronizálás szükségessége alkalmazástól függ. (Nem szükséges 1 klt SAMU és IED-k esetén, pl. egy tipikus 120kV-os TV-mező)

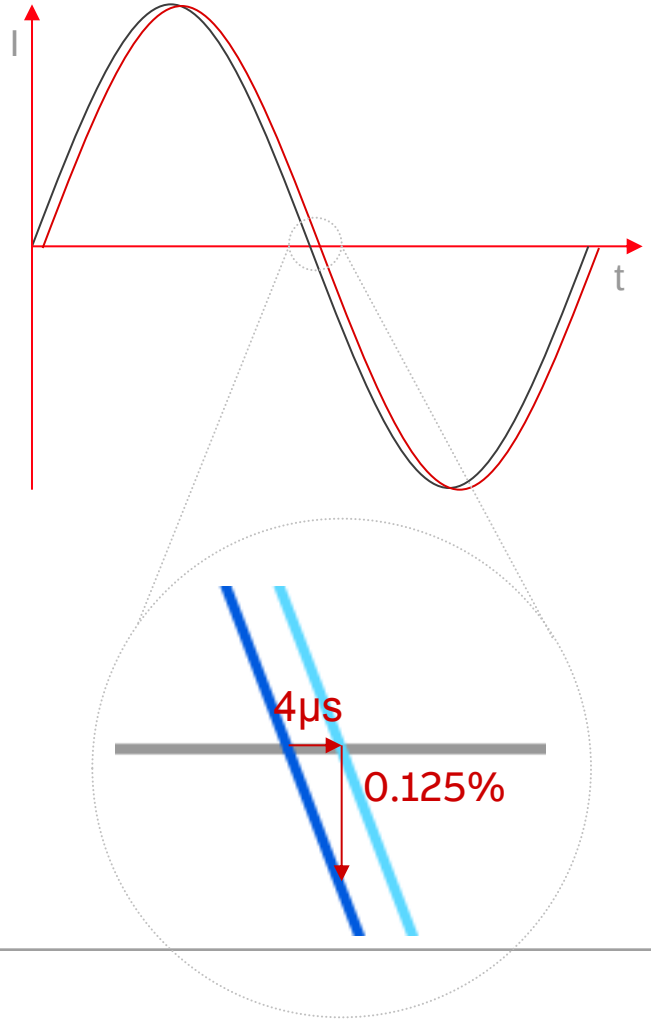
IEC 61850-9-2 LE szerinti szinkron:

- 1PPS, IEEE1588/PTP
- Forrás pontossága: 1µs
- Rendszer pontossága: 4µs

©ABB

Időszinkron

Szinkronizálásból eredő pontatlanság



Szinkronizálásból eredő hiba:

Maximum 4µs eltérés annyi mint:

- Szöghiba:
  0.07° (= 4.3`)
- Amplítúdó hiba:
  0.125%
  (pl. 125A @ 100kA$_{peak}$)

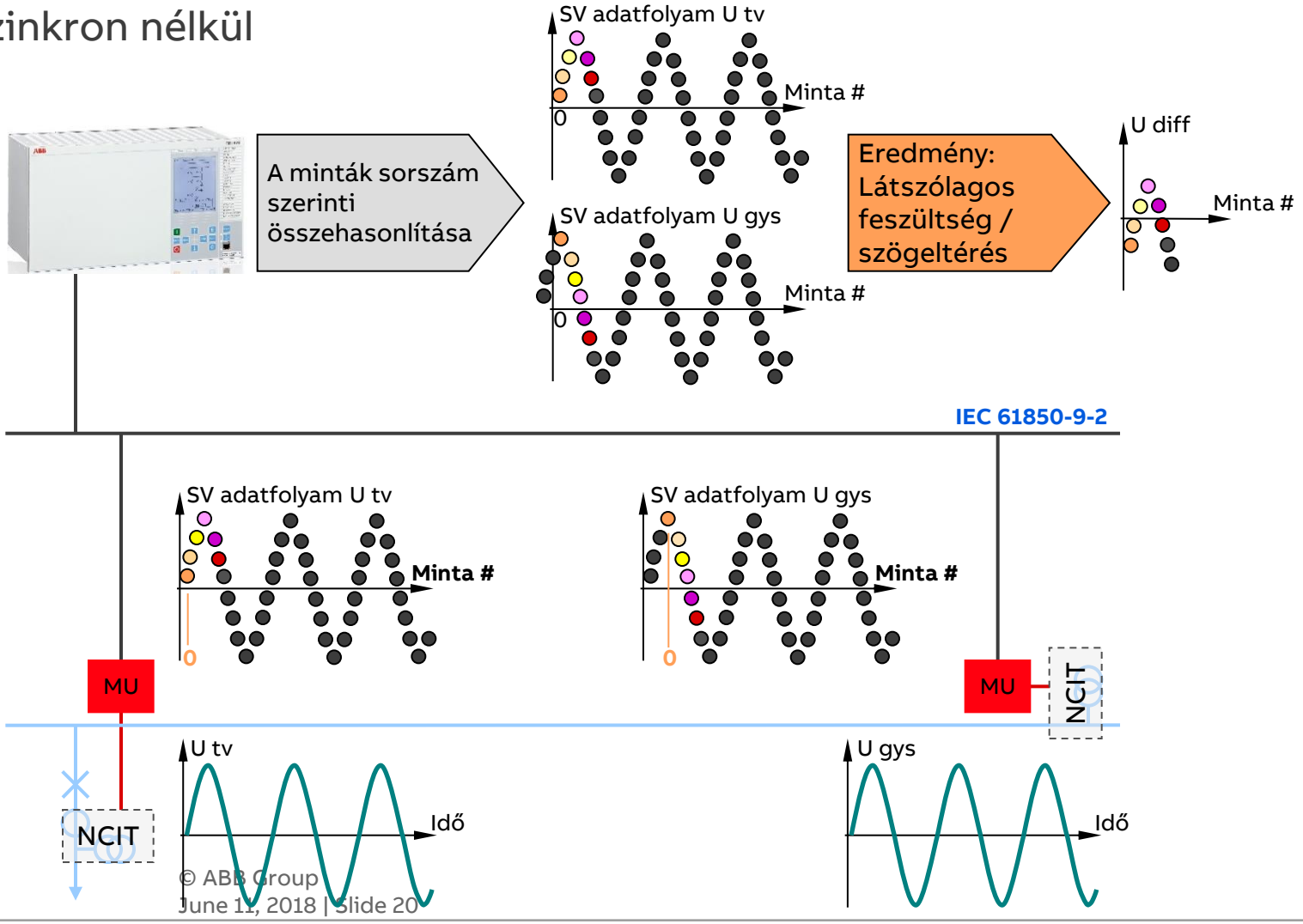
ÁV / FV hibája 0.2-es pontossági osztálynál

- ÁV:
  10 - 30` (0.17 to 0.5°)
- FV:
  10`(0.17°)

©ABB

Időszinkron

Példa időszinkron nélkül

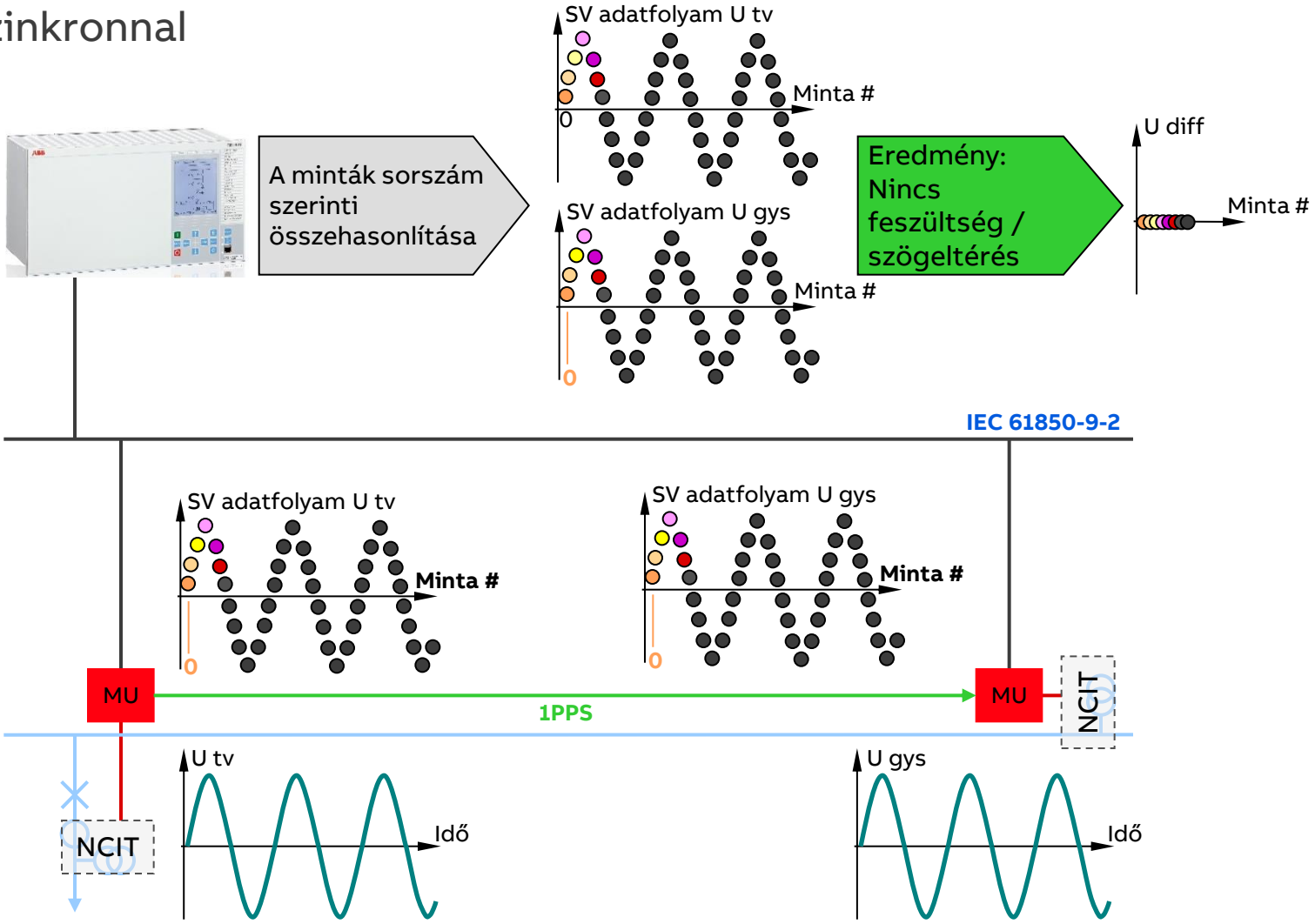


© ABB Group

©ABB

Időszinkron

Példa időszinkronnal



Redundancia és hálózati topológiák

Redundancia és hálózati topológiák

A tipikus redundáns konfigurációk áttekintése

	Mező szint eszközei		Process szint eszközei		Kommunikációs architektúra				Hálózati redundancia	
	Egyszeres	Redundáns	Egyszeres	Redundáns	Közös SB & PB	Külön SB & PB	Közös VÉD 1&2	Külön VÉD 1&2	Egyszeres	Redundáns
Elosztóhálózat	✓		✓		✓		✓			✓ (PRP/HSR)
Főelosztó hálózat, 1-es változat		✓		✓		✓	✓			✓ (PB: PRP)
Főelosztó hálózat, 2-es változat		✓		✓		✓		✓	✓	
Átviteli hálózat		✓		✓		✓		✓		✓ (PB: HSR)

A különféle szintű megoldások természetesen kombinálhatóak az optimális rendelkezésre állás és költségszint elérésének érdekében.

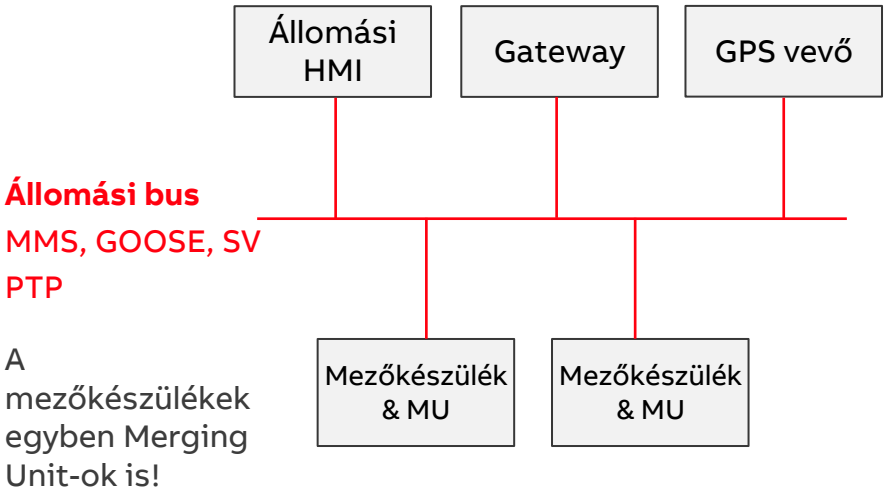
Station és process bus koncepciók

Közös station- és process bus

	Bay level		Process level		Communication					
	Single	Redundant	Single	Redundant	Common SB & PB	Separate SB & PB	Common Main 1&2	Separate Main 1&2	Single	Redundant
Distribution level	✓		✓		✓		✓			✓
Sub-transmission level, variant 1		✓		✓		✓	✓			✓
Sub-transmission level, variant 2		✓		✓		✓		✓	✓	
Transmission level		✓		✓		✓		✓		✓

Állomási bus SMV-vel

- A KÖF kapcsolóberendezésekben az alállomási busz szolgál az állomási szintű kommunikációra, a GOOSE-kommunikációra és a mintavételezett analóg jelek (SMV) továbbítására is az IED-k között.
- A mezőkészülékek egyben merging unit-ok is, pl. gyűjtősín feszültséget küldve másik IED-knek.
- Előnyök
  - Alacsonyabb költségek
- Hátrányok
  - Nincs elkülönítve az adatforgalom
  - Állomási bus-t nagyobb állomások esetén fel kell szabdalni a megfelelő teljesítmény fenntartása érdekében



Station- és process bus koncepciók

Elkülönített állomási- és process bus

	Bay level		Process level		Communication					
	Single	Redundant	Single	Redundant	Common SB & PB	Separate SB & PB	Common Main 1&2	Separate Main 1&2	Single	Redundant
Distribution level	✓		✓		✓		✓			✓
Sub-transmission level, variant 1		✓		✓		✓	✓			✓
Sub-transmission level, variant 2		✓		✓		✓		✓	✓	
Transmission level		✓		✓		✓		✓		✓

Teljesen elkülönített állomási- és process bus

- A teljesen elkülönített állomási- és process bus biztosítja a legnagyobb rendelkezésre állást, a legjobb teljesítményt és a legmagasabb biztonságot.
- Előnyök
  - A kritikus fontosságú adatok (pl. SMV és védelmes GOOSE) el van különítve a többi adattól az állomási buszon
  - Legjobb teljesítmény a process bus hálózaton
  - Egyértelmű elkülönítése a védelmes és egyéb adatoknak biztonságos és egyszerű üzemeltetést tesz lehetővé
  - Elkülönített biztonsági zónák
- Hátrányok
  - Külön kapcsolat szükséges a process és a z állomási szint között a monitoring adatokhoz

Állomási bus

MMS, GOOSE

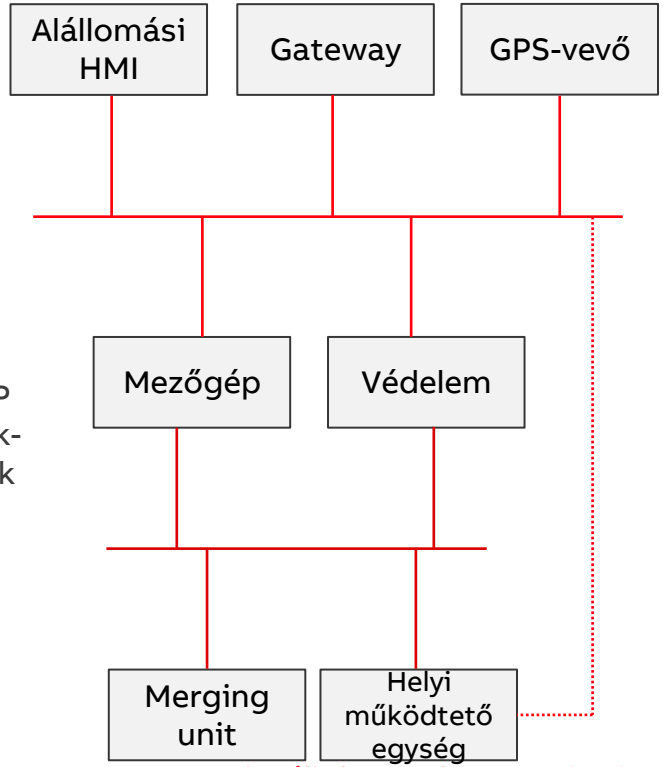
PTP

A mező szintű készülékek PTP boundary clock-ként működnek

Process bus

GOOSE, SV

PTP



Opcionális kapcsolat a monitoring adatoknak (MMS)

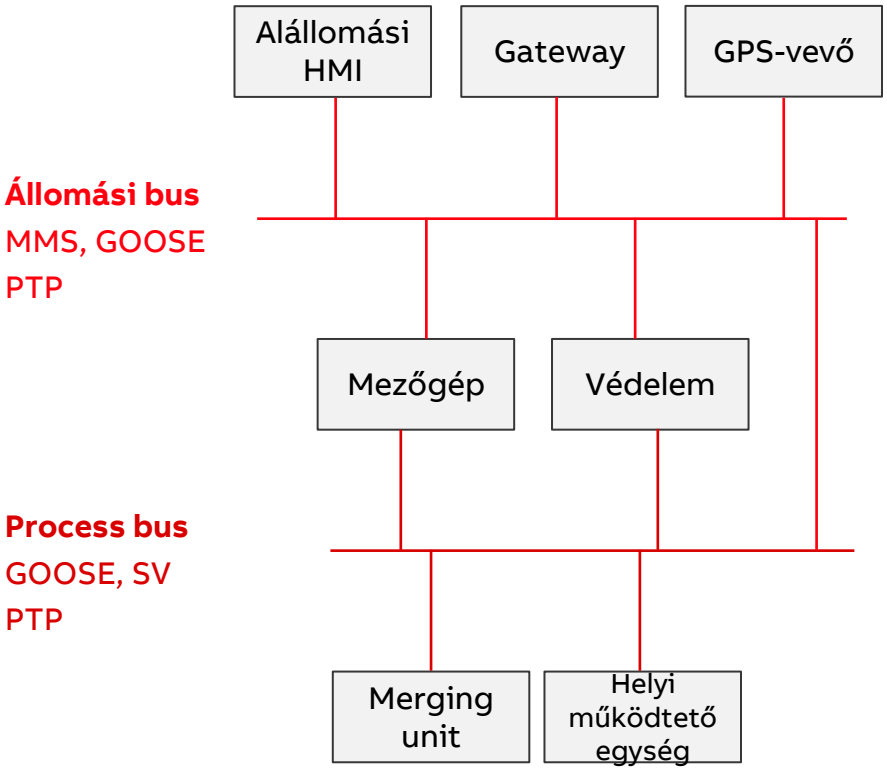
Station- és process bus koncepciók

Összekapcsolt állomási- és process bus

	Bay level		Process level		Communication					
	Single	Redundant	Single	Redundant	Common SB & PB	Separate SB & PB	Common Main 1&2	Separate Main 1&2	Single	Redundant
Distribution level	✓		✓		✓		✓			✓
Sub-transmission level, variant 1		✓		✓		✓	✓			✓
Sub-transmission level, variant 2		✓		✓		✓		✓	✓	
Transmission level		✓		✓		✓		✓		✓

Összekapcsolt állomási- és process bus

- Az állomási-és a process bus Ethernet Switch-en keresztül össze van kapcsolva a forgalom logikailag van elkülönítve.
- Előnyök
  - Az adatok rugalmas elosztása az állomási buszon
  - Egyszerűbb process bus időszinkron
- Hátrányok
  - Az Ethernet switch-ek konfigurációjára nagy gondot kell fordítani a hálózat túlterhelődésének elkerülése érdekében
  - Az állomási bus zavarai, hibái kihatással *lehetnek* a process bus-ra is.



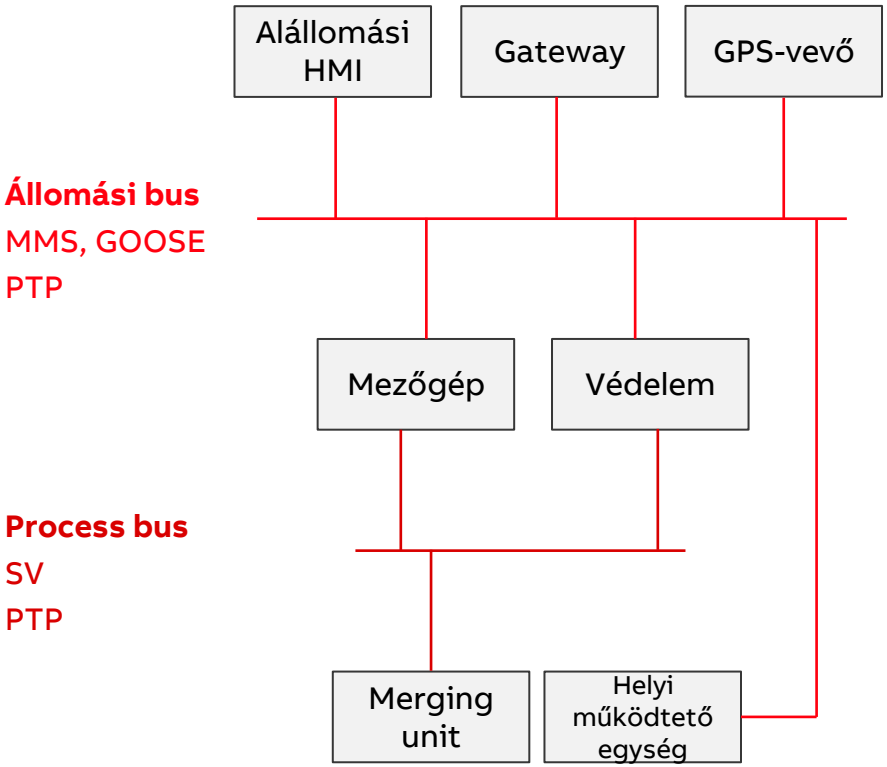
Station- és process bus koncepciók

GOOSE az állomási-, SMV a process bus-on

	Bay level		Process level		Communication					
	Single	Redundant	Single	Redundant	Common SB & PB	Separate SB & PB	Common Main 1&2	Separate Main 1&2	Single	Redundant
Distribution level	✓		✓		✓		✓			✓
Sub-transmission level, variant 1		✓		✓		✓	✓			✓
Sub-transmission level, variant 2		✓		✓		✓		✓	✓	
Transmission level		✓		✓		✓		✓		✓

Process bus csak a SMV-nek

- A process bus-t csak az SMV-hez használjuk, és minden GOOSE üzenet (a védelmes is) a az állomási bus-on megy
- Előnyök
  - Nincs
- Hátrányok
  - A GOOSE kioldások késedelmet szendvedhetnek ha nagyon nagy az adatforgalom az állomási buszon
  - Az állomási busz karbantartásakor tekintettel kell lenni a védelmes felhasználásra
  - Kiberbiztonsági kérdéseket vet fel a védelmi kioldások küldése ezen a buszon

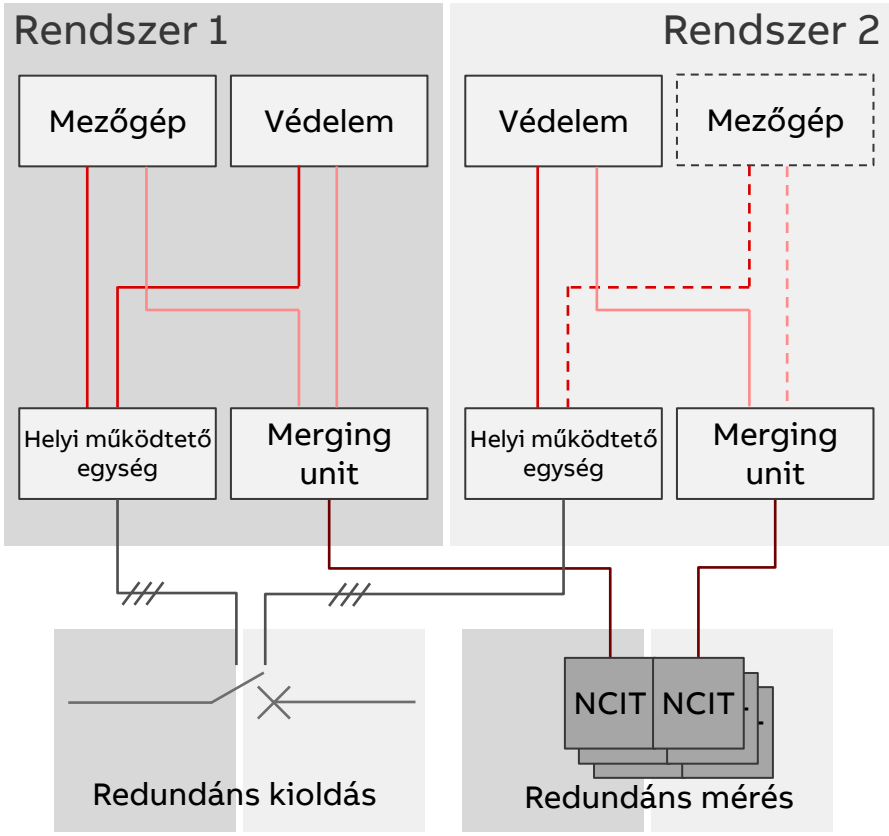


Redundancia

Pont-pont process bus kapcsolat

Dedikált pont-pont kapcsolatok

- Pont-pont process bus kapcsolat folyamat- és mező szint között
- Előnyök
  - Legmagasabb teljesítmény
  - Nincs szükség Ethernet Switch-ekre
- Hátrányok
  - Elegendő Ethernet port kell az eszközökre
  - A kommunikáció nem férhető hozzá diagnosztika céljából
  - Csak egyszerűbb rendszereknél alkalmazható
  - KI1 és KI2 azonos IED-ről külön point-point kapcsolatot igényel



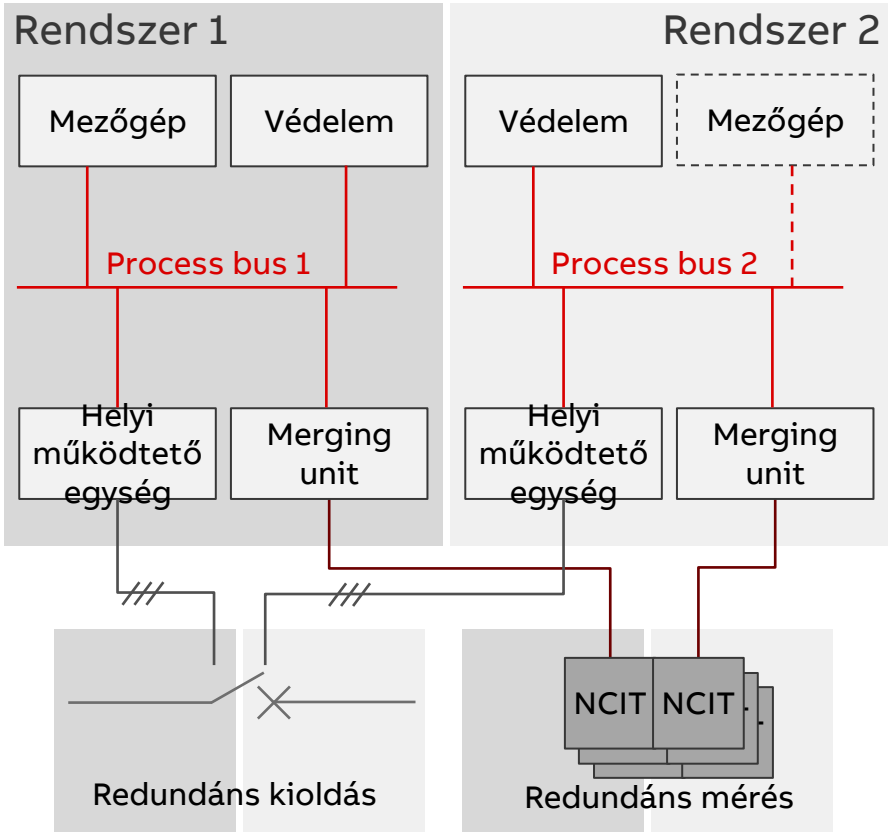
Redundancia

Teljesen elkülönített I. és II. alapvédelmi rendszer

	Bay level		Process level		Communication					
	Single	Redundant	Single	Redundant	Common SB & PB	Separate SB & PB	Common Main 1&2	Separate Main 1&2	Single	Redundant
Distribution level	✓		✓		✓		✓			✓
Sub-transmission level, variant 1		✓		✓		✓	✓			✓
Sub-transmission level, variant 2		✓		✓		✓		✓	✓	
Transmission level		✓		✓		✓		✓		✓

Teljesen elkülönített VÉD1 / VÉD2

- Teljesen elválasztott I. és II. alapvédelmi rendszer, mint a hagyományos megoldásnál.
- Opcionális hálózati kapcsolati redundancia (jellemzően HSR, a switch-ek elkerülése érdekében) “n-2” kommunikációs redundanciát biztosít.
- Előnyök
  - Karbantartás esetén csak egy rendszer érintett
  - Az egyik rendszer zavarai, hibái a másikat nem érintik
  - Legmagasabb hálózati teljesítmény a kis PB hálózatnak köszönhetően
- Hátrányok
  - KI1 és KI2 azonos IED-ről nehézkes lehet



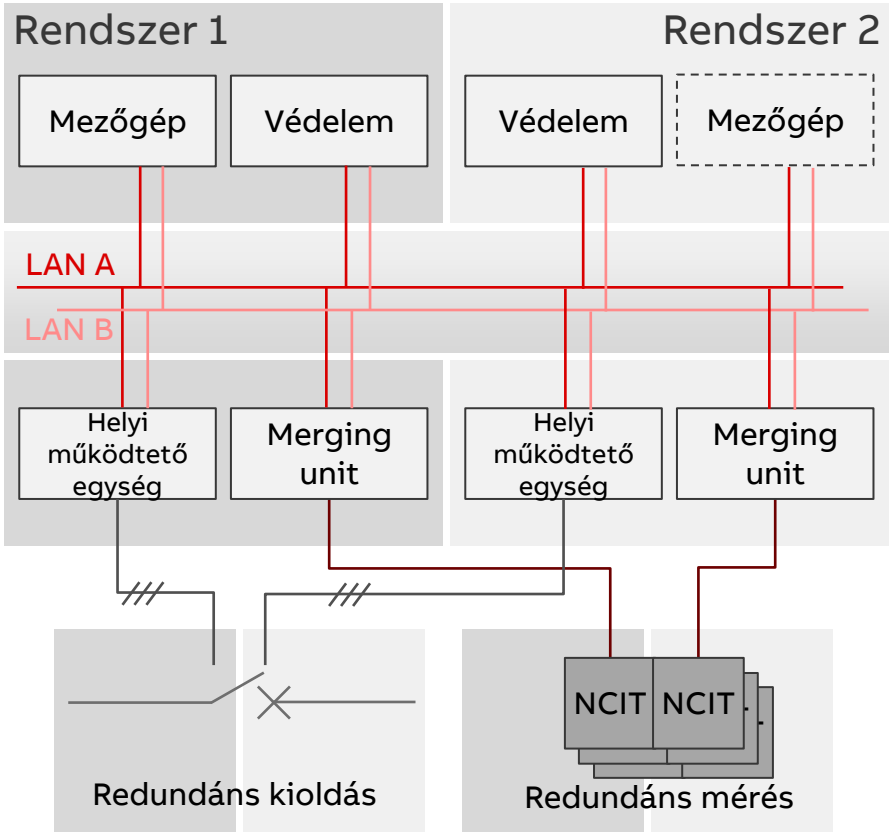
Redundancia

Közös Process Bus az I. és II. alapvédelmi rendszerek számára

	Bay level		Process level		Communication					
	Single	Redundant	Single	Redundant	Common SB & PB	Separate SB & PB	Common Main 1&2	Separate Main 1&2	Single	Redundant
Distribution level	✓		✓		✓		✓			✓
Sub-transmission level, variant 1		✓		✓		✓	✓			✓
Sub-transmission level, variant 2		✓		✓		✓		✓	✓	
Transmission level		✓		✓		✓		✓		✓

Egy redundáns hálózat az I. és II. védelemnek

- Az I. és II. alapvédelmi rendszer egy redundáns process bus hálózaton osztozik. (Tipikusan PRP a hálózat mérete miatt)
- Előnyök
  - Minden IED tud használni redundáns forrásból származó adatokat, pl. tartalékvédelmi funkcióknak
  - KI1 és KI2 lehetséges azonos IED-ről.
- Hátrányok
  - Nincs teljes és egyértelmű elkülöntés az I. és II. védelem között, ami bonyolítja a hozzáférhetőséget karbantartás alatt
  - Egy eszköz kommunikációs hibája (pl. flooding, storming) mindkét rendszerre hatással lehet.



Redundancia

A HSR és a PRP összehasonlítása PB esetében

	Bay level		Process level		Communication					
	Single	Redundant	Single	Redundant	Common SB & PB	Separate SB & PB	Common Main 1&2	Separate Main 1&2	Single	Redundant
Distribution level	✓		✓		✓		✓			✓
Sub-transmission level, variant 1		✓		✓		✓	✓			✓
Sub-transmission level, variant 2		✓		✓		✓		✓	✓	
Transmission level		✓		✓		✓		✓		✓

HSR

Jellemző felhasználási területek

- Átviteli hálózat, mezőnként és alapvédelmi rendszerenként elkülönített process bus
- Főelosztó hálózat, mezőnként elkülönített, de alapvédelmi rendszerenként közös process bus
- Elosztó hálózat: Állomási bus-szal közös process bus 30 IED-ig.

Előnyök

- Nincs Ethernet switch (< költség, < hibaforrás)

Hátrányok

- RedBox- szükséges a mezők közti forgalomhoz.

PRP

Jellemző felhasználási területek

- Átviteli hálózat, process bus alapvédelmi rendszerenként közös hálózattal
- 1 ½ megszakítós rendszerben mezőszeletenként külön hálózat
- Process bus több mint 10-16 készülékkel

Előnyök

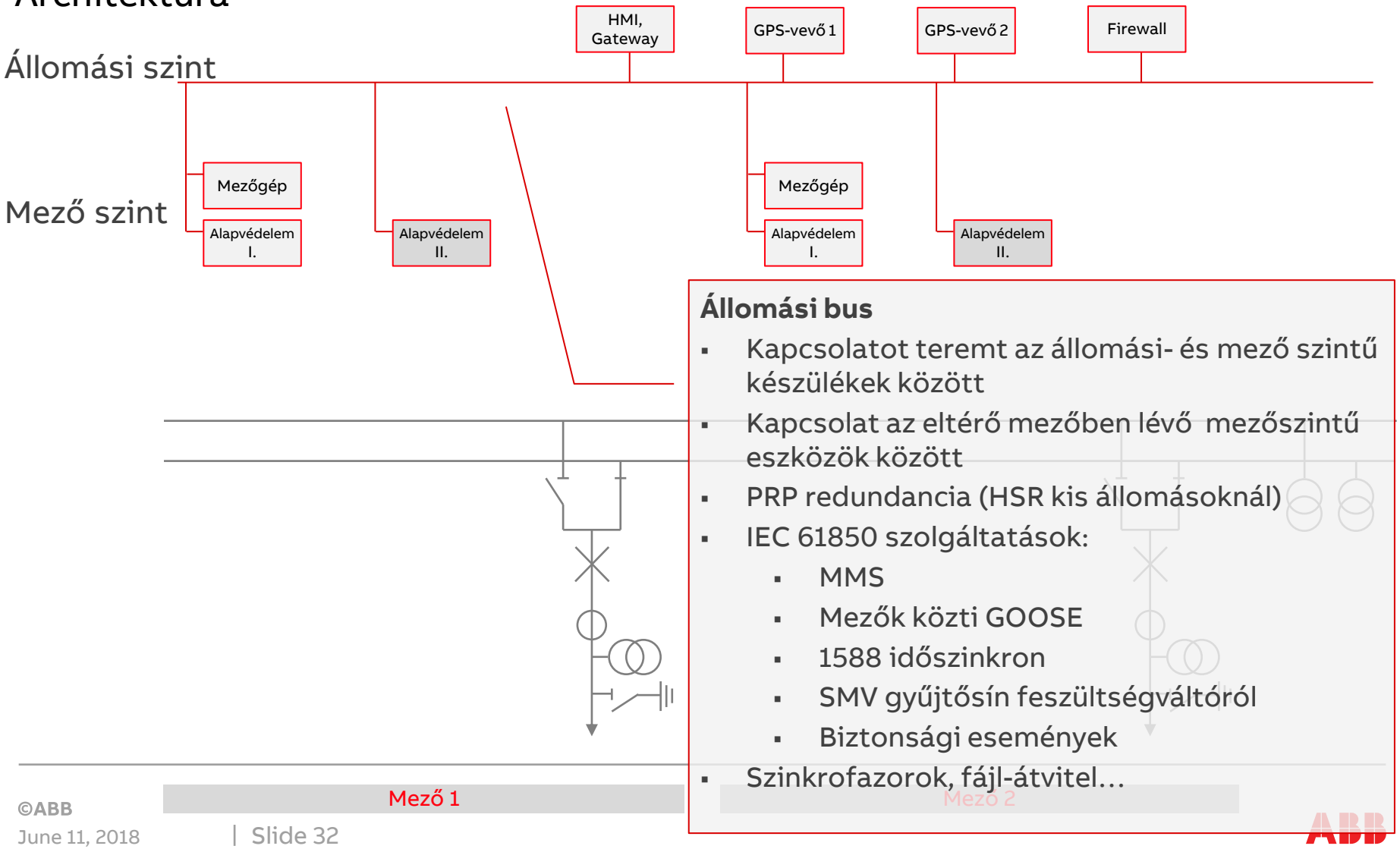
- IED-ktől független hálózat
- Egyszerűbb integrálni a redundáns kommunikációval nem rendelkező eszközöket.

Hátrányok

- Ethernet switch-ek (>költség, > hibaforrás)

Digitális alállomások – tervezési irányelvek

Architektúra

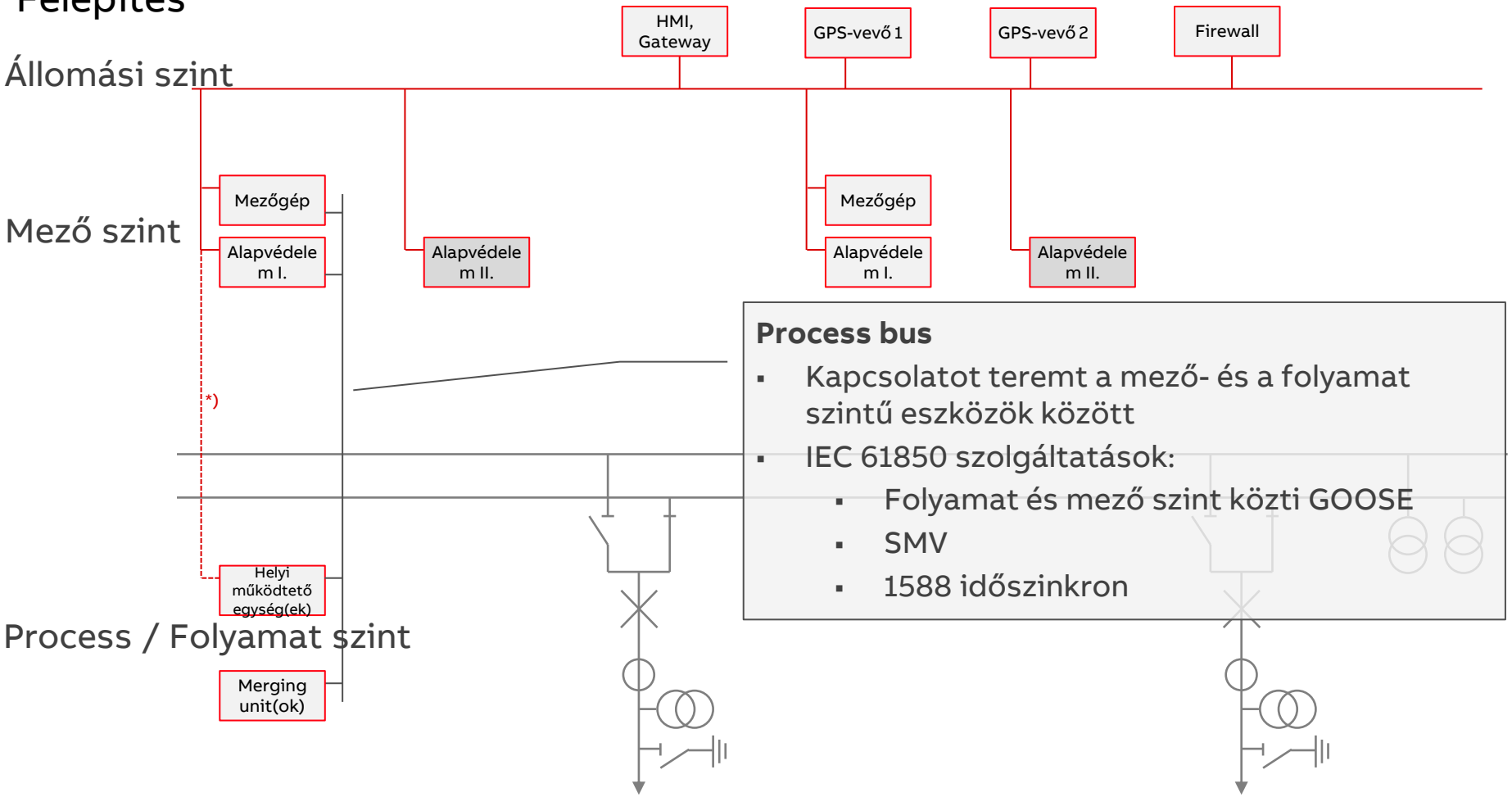


Állomási bus

- Kapcsolatot teremt az állomási- és mező szintű készülékek között
- Kapcsolat az eltérő mezőben lévő mezőszintű eszközök között
- PRP redundancia (HSR kis állomásoknál)
- IEC 61850 szolgáltatások:
  - MMS
  - Mezők közti GOOSE
  - 1588 időszinkron
  - SMV gyűjtősín feszültségváltóról
  - Biztonsági események
- Szinkrofazorok, fájl-átvitel…

Digitális alállomások – tervezési irányelvek

Felépítés



Process bus

- Kapcsolatot teremt a mező- és a folyamat szintű eszközök között
- IEC 61850 szolgáltatások:
  - Folyamat és mező szint közti GOOSE
  - SMV
  - 1588 időszinkron

Mező 1

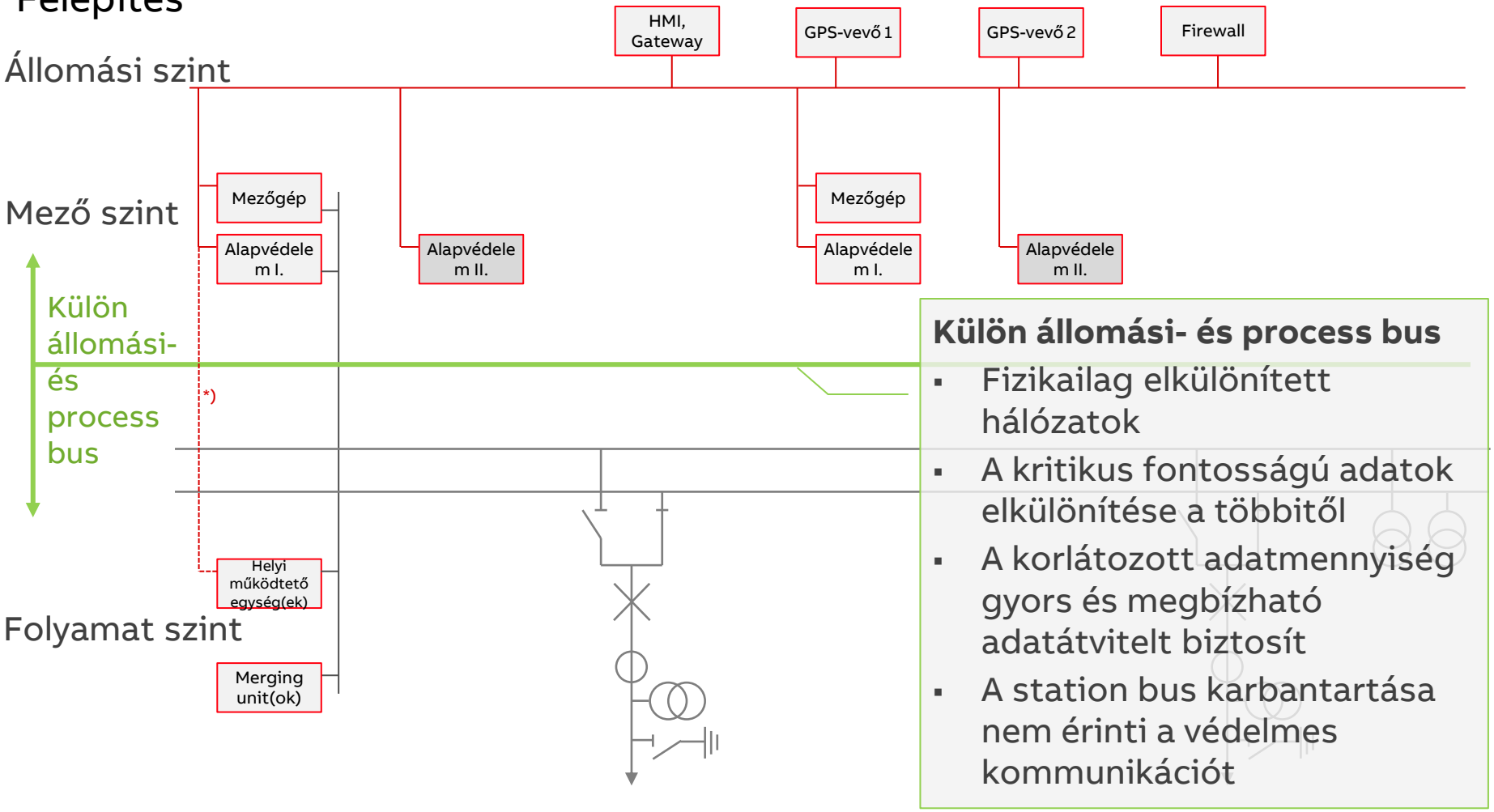
Mező 2

*) Opcionális MMS-kapcsolat (pl. működésszámlálók, élettartam adatok…)

©ABB

Digitális alállomások – tervezési irányelvek

Felépítés



Külön állomási- és process bus

- Fizikailag elkülönített hálózatok
- A kritikus fontosságú adatok elkülönítése a többitől
- A korlátozott adatmennyiség gyors és megbízható adatátvitelt biztosít
- A station bus karbantartása nem érinti a védelmes kommunikációt

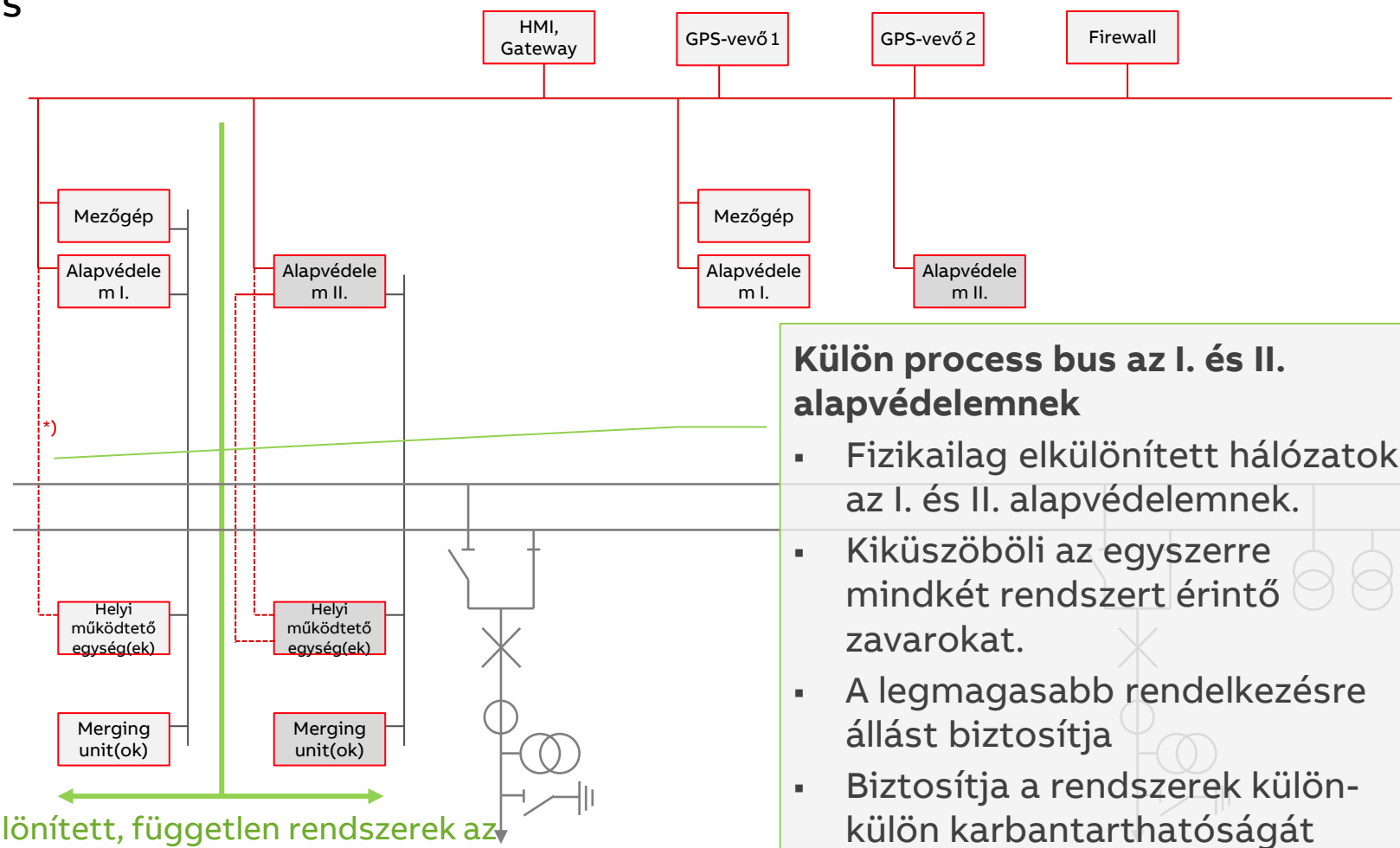
Mező 1 | Mező 2

*) Opcionális MMS-kapcsolat (pl. működésszámlálók, élettartam adatok…)

©ABB

Digitális alállomások – tervezési irányelvek

Felépítés



Elkülönített, független rendszerek az I. és II. alapvédelemnek

Külön process bus az I. és II. alapvédelemnek

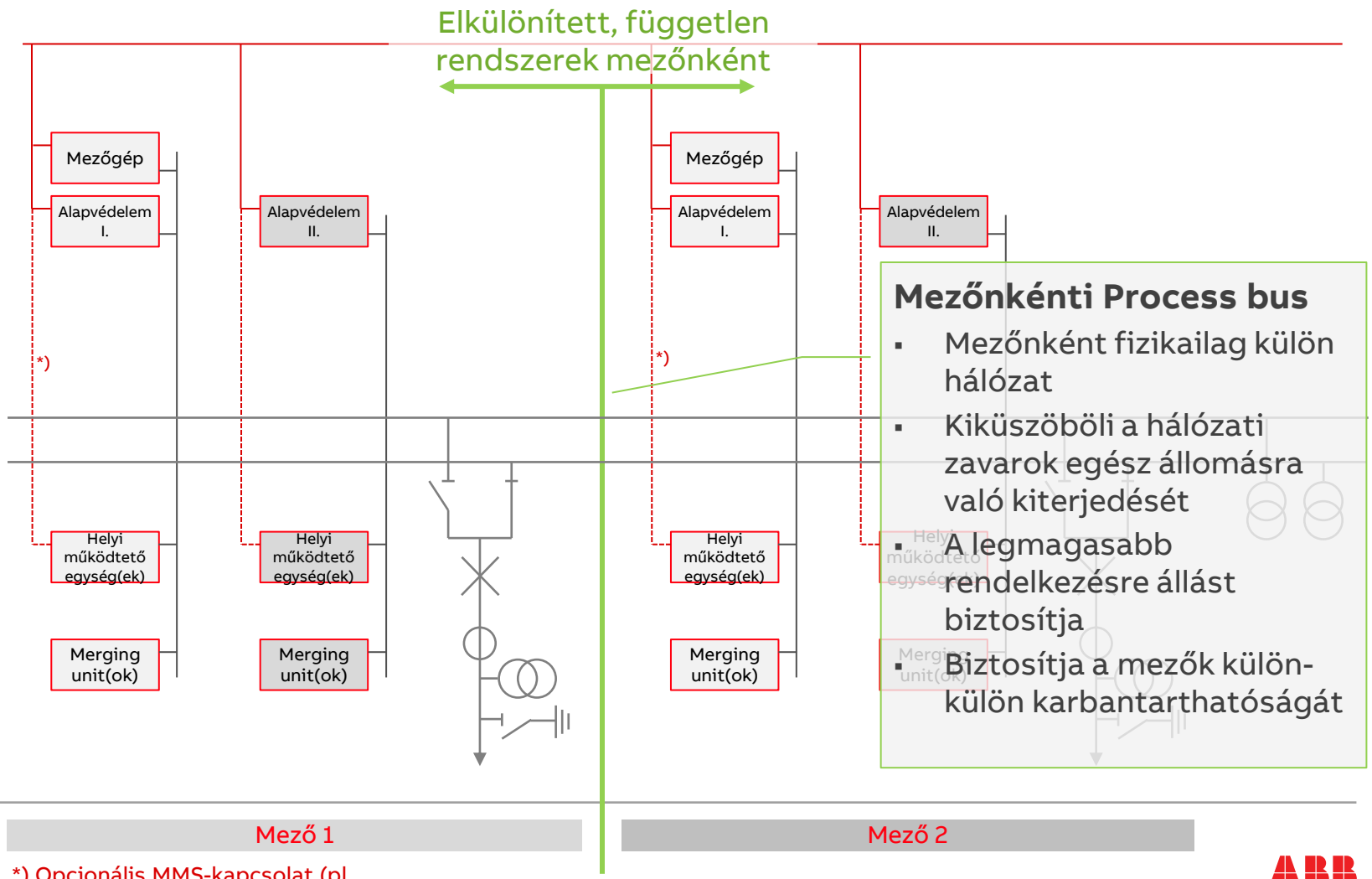
- Fizikailag elkülönített hálózatok az I. és II. alapvédelemnek.
- Kiküszöböli az egyszerre mindkét rendszert érintő zavarokat.
- A legmagasabb rendelkezésre állást biztosítja
- Biztosítja a rendszerek külön-külön karbantarthatóságát

Mező 1 | Mező 2

*) Opcionális MMS-kapcsolat (pl. működésszámlálók, élettartam adatok…)

Digitális alállomások – tervezési irányelvek

Felépítés



Mezőnkénti Process bus

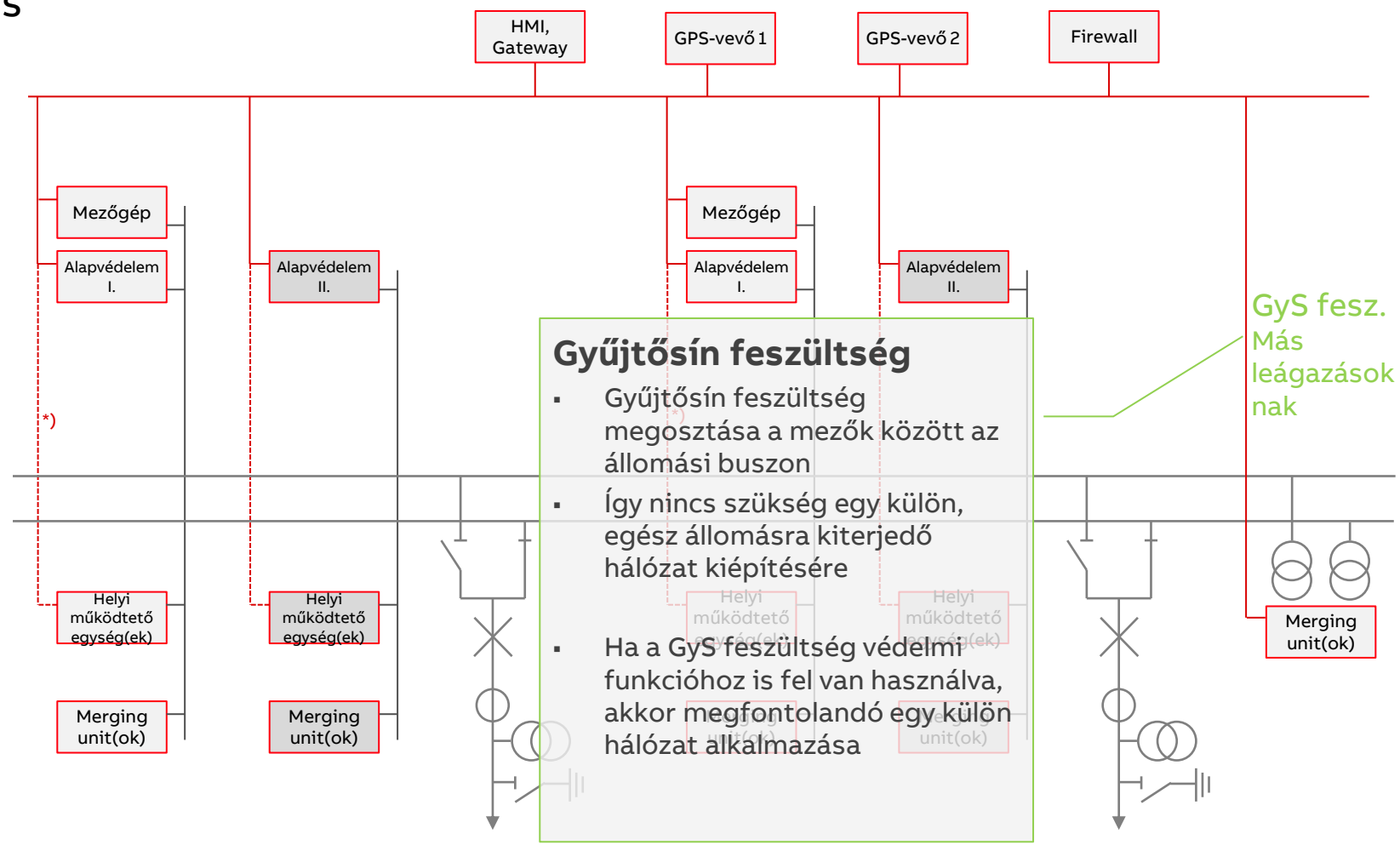
- Mezőnként fizikailag külön hálózat
- Kiküszöböli a hálózati zavarok egész állomásra való kiterjedését
- A legmagasabb rendelkezésre állást biztosítja
- Biztosítja a mezők külön-külön karbantarthatóságát

*) Opcionális MMS-kapcsolat (pl. működésszámlálók, élettartam adatok…)

©ABB

Digitális alállomások – tervezési irányelvek

Felépítés



Gyűjtősín feszültség

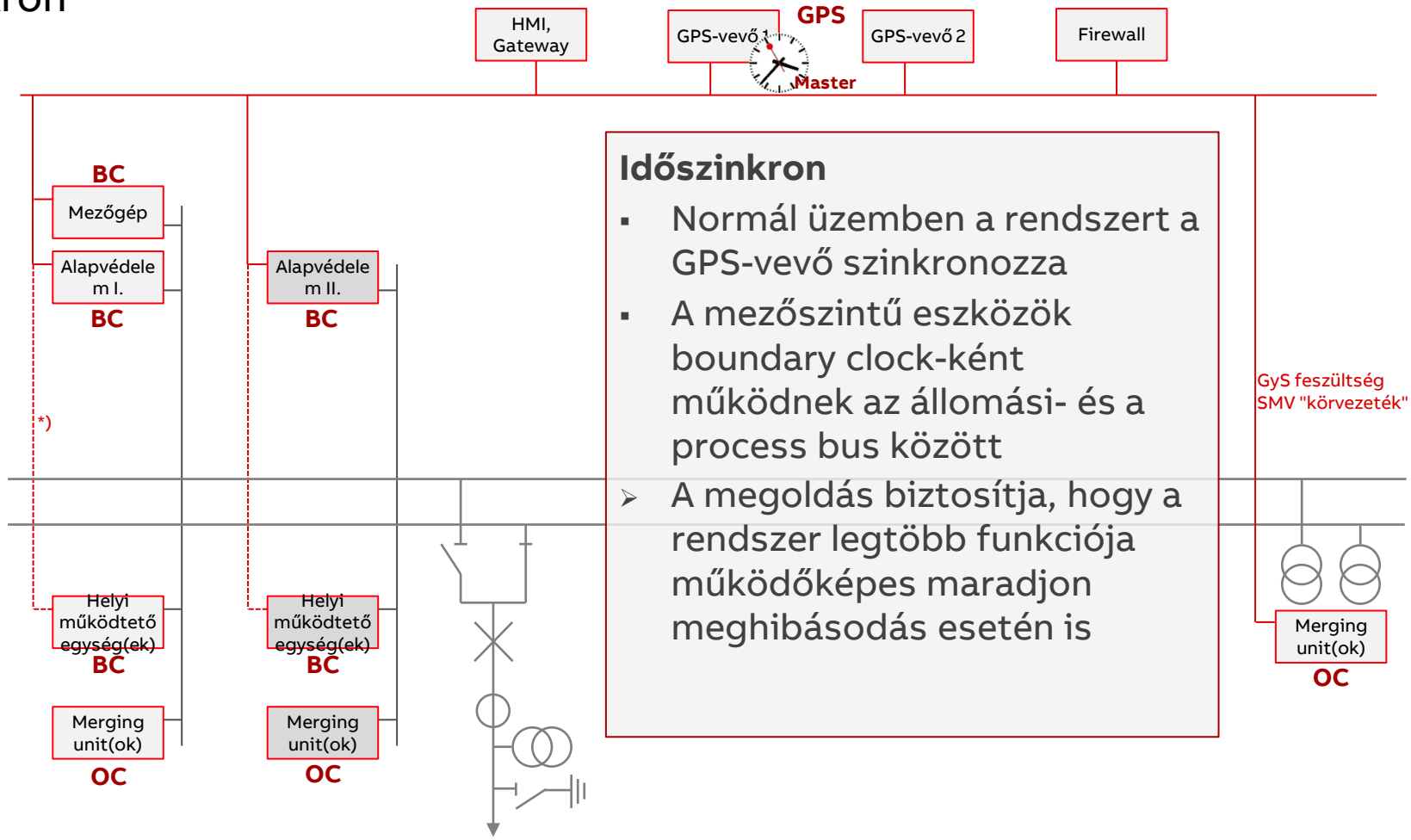
- Gyűjtősín feszültség megosztása a mezők között az állomási buszon
- Így nincs szükség egy külön, egész állomásra kiterjedő hálózat kiépítésére
- Ha a GyS feszültség védelmi funkcióhoz is fel van használva, akkor megfontolandó egy külön hálózat alkalmazása

Mező 1 | Mező 2

*) Opcionális MMS-kapcsolat (pl. működésszámlálók, élettartam adatok…)

Digitális alállomások – tervezési irányelvek

Időszinkron



Időszinkron

- Normál üzemben a rendszert a GPS-vevő szinkronozza
- A mezőszintű eszközök boundary clock-ként működnek az állomási- és a process bus között

➢ A megoldás biztosítja, hogy a rendszer legtöbb funkciója működőképes maradjon meghibásodás esetén is

Mező 1

*) Opcionális MMS-kapcsolat (pl. működésszámlálók, élettartam adatok…)

Digitális alállomások – tervezési irányelvek

Időszinkron

Időszinkron

- Ha a GPS-vevő meghibásodik, akkor a BMC algoritmus másik időforrást jelöl ki a hálózaton

➢ Az alállomáson belüli rendszerek működésében ez nem okoz fennakadást

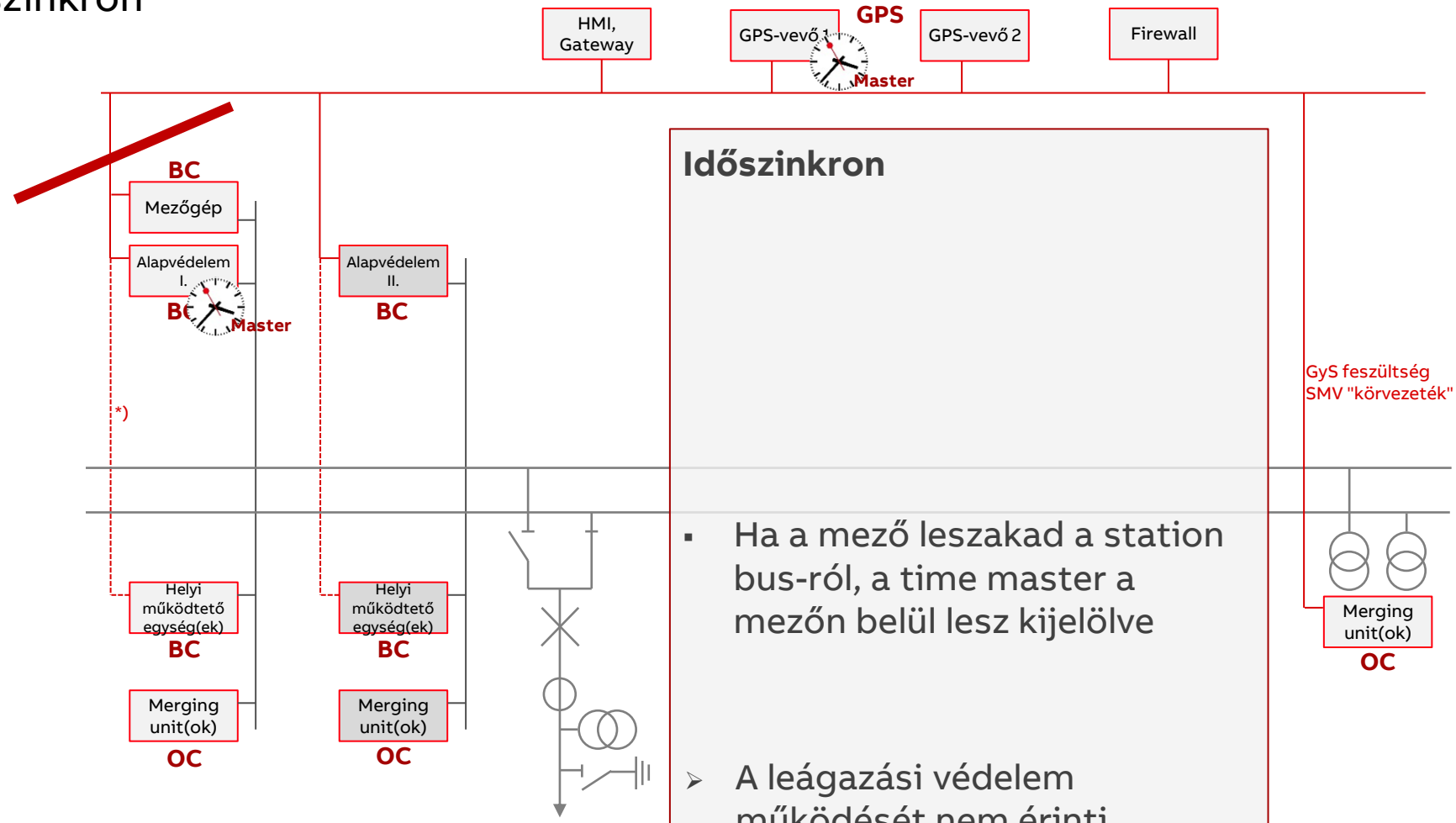
➢ Állomások közti GPS-függő alkalmazásoknál (pl. szakaszvédelem GPS-es belső szinkronnal) javasolt a bénítás

Mező 1

*) Opcionális MMS-kapcsolat (pl. működésszámlálók, élettartam adatok…)

Digitális alállomások – tervezési irányelvek

Időszinkron



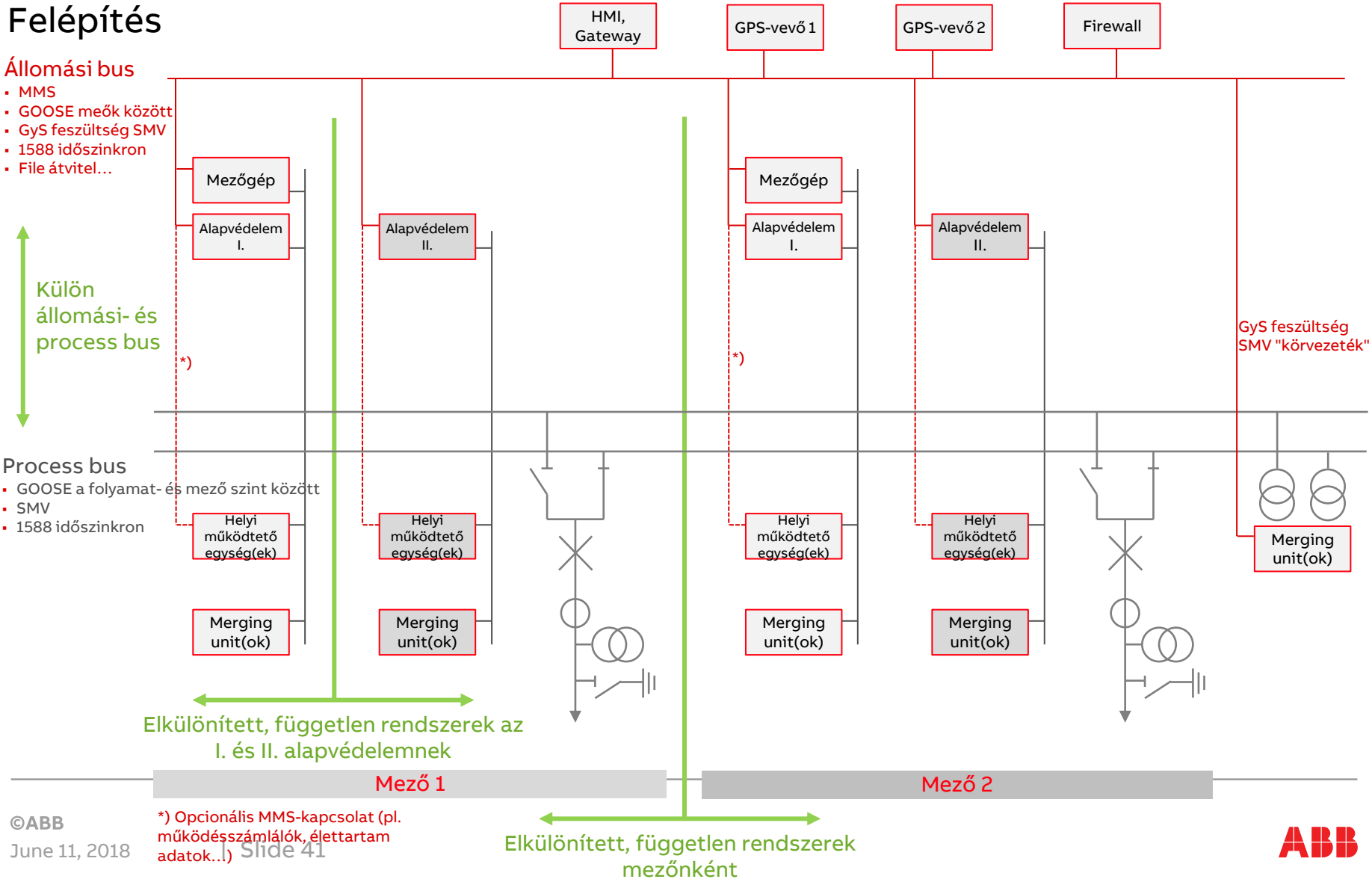
Időszinkron

- Ha a mező leszakad a station bus-ról, a time master a mezőn belül lesz kijelölve
- ➢ A leágazási védelem működését nem érinti
- ➢ De a leágazások közti funkcók, pl. szinkronellenőrzés

*) Opcionális MMS-kapcsolat (pl. működésszámlálók, élettartam adatok…)

Digitális alállomások – tervezési irányelvek

Felépítés



Digitális légszigetelésű alállomások

Digitális légszigetelésű alállomások

Légszigetelésű kapcsolóberendezés

Állomási szint:

SCADA rendszer - Alállomási HMI és gateway

RTU - Gateway, HMI, adatkoncentrátor

Substation data manager szoftver

Rendszerintegrátor és parametrizáló szoftverek a VMH-n

Védelmi- és irányítástechnikai szekrények:

Védelmi- és mezővezérlő IED-k IEC 61850 station & process bus kapcsolattal

9-2 fogyasztásmérők

Kültéri szekrények

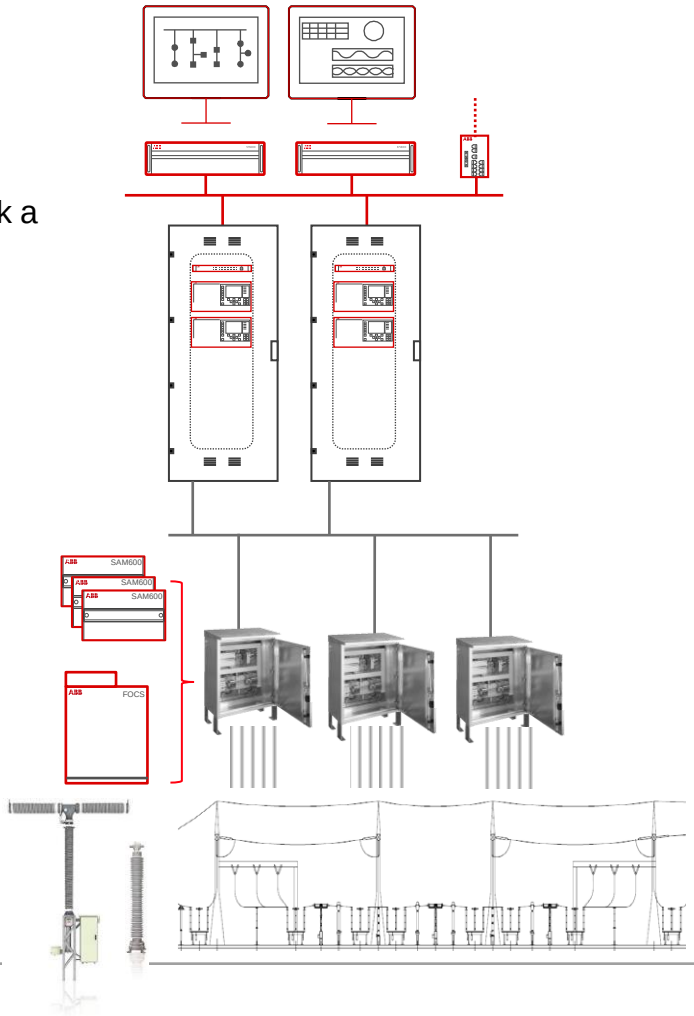
Process bus IO rendszer (működtető egységek)

FOCS opto-elektronikai modul/merging unitok

Primer készülékek:

Szakaszolós megszakító (DCB) integrált FOCS optikai ÁV

FOCS-FS,



Digitális légszigetelésű alállomások

Példák kültéri szekrényekre

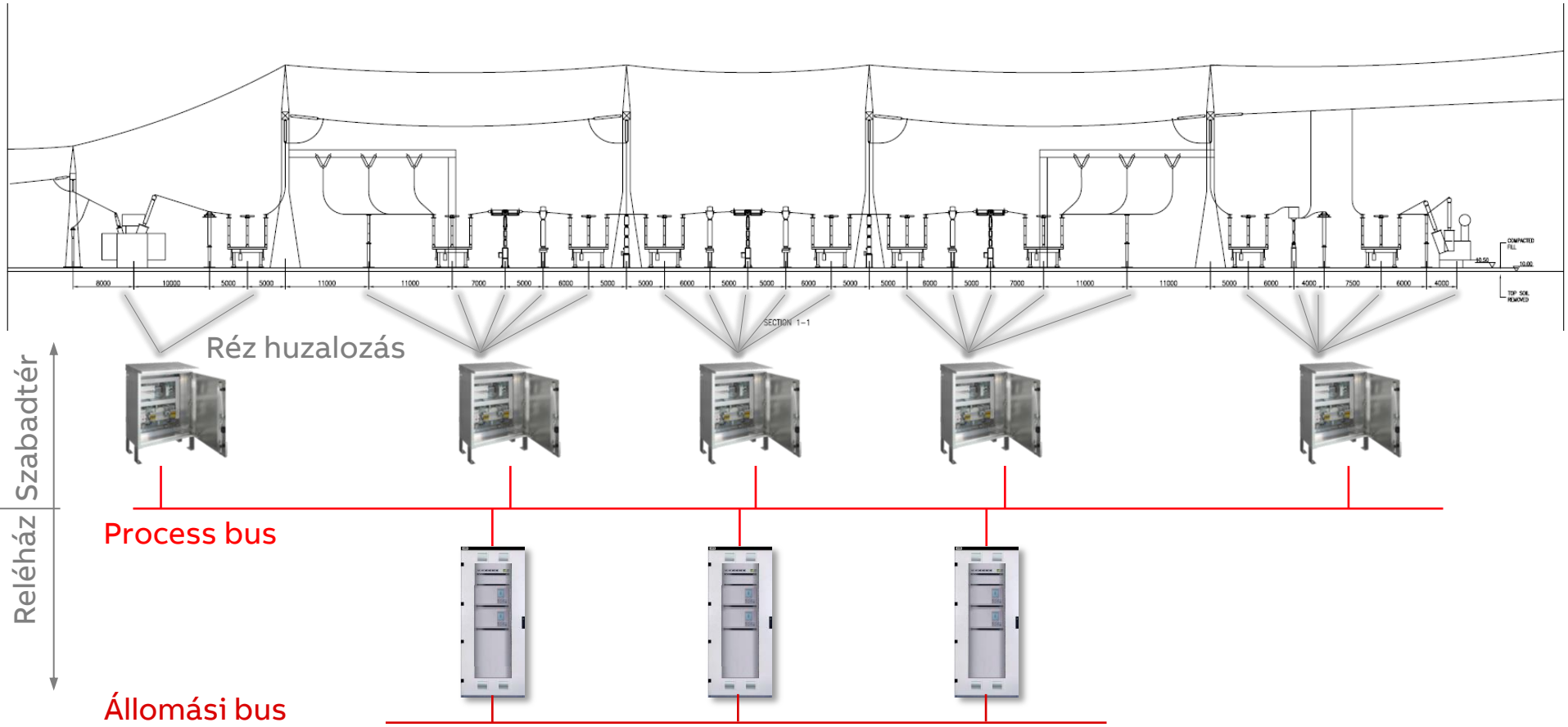
Stand Alone Merging Unit-ok:

FOCS MU

Process bus IO IED

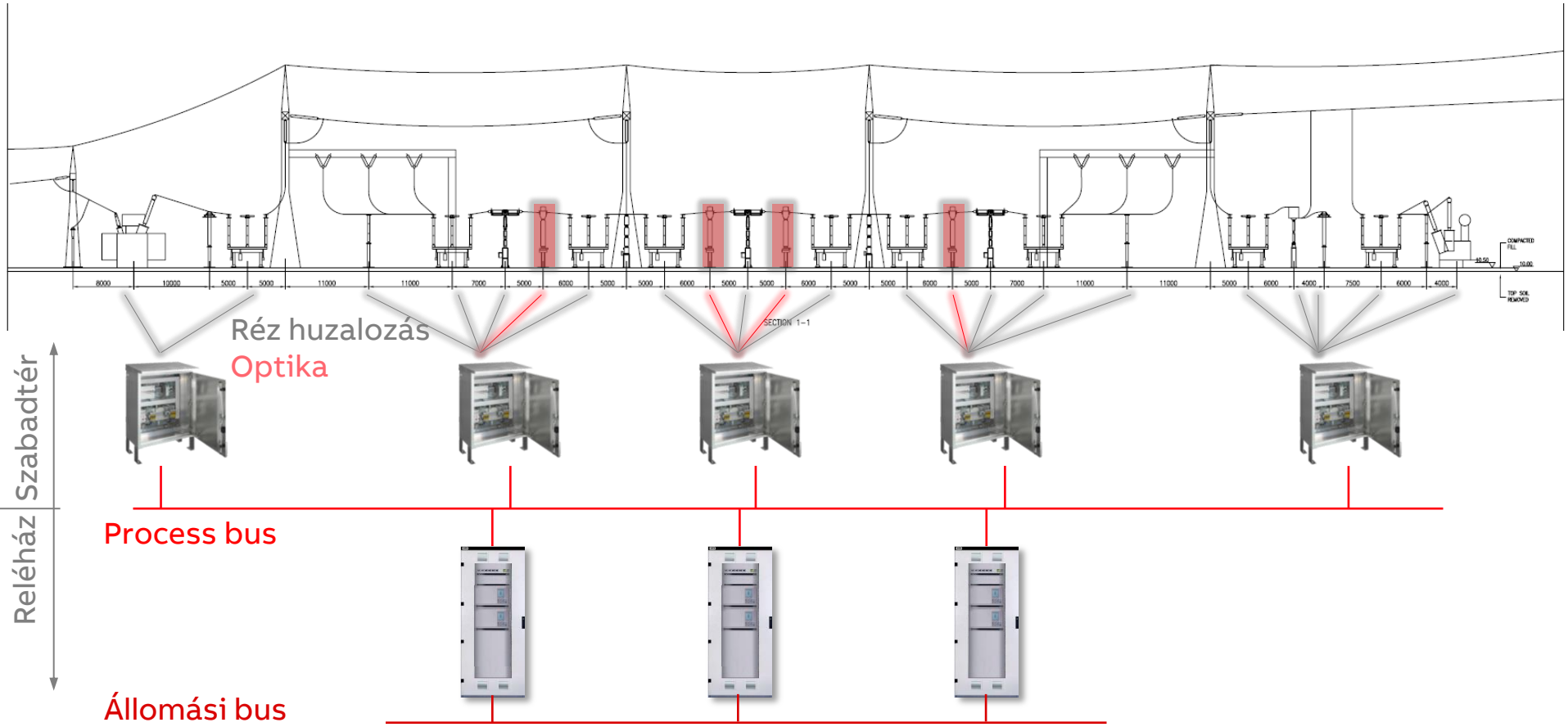
Digitális légszigetelésű alállomások, tradicionális ÁV/FV

Áttekintés



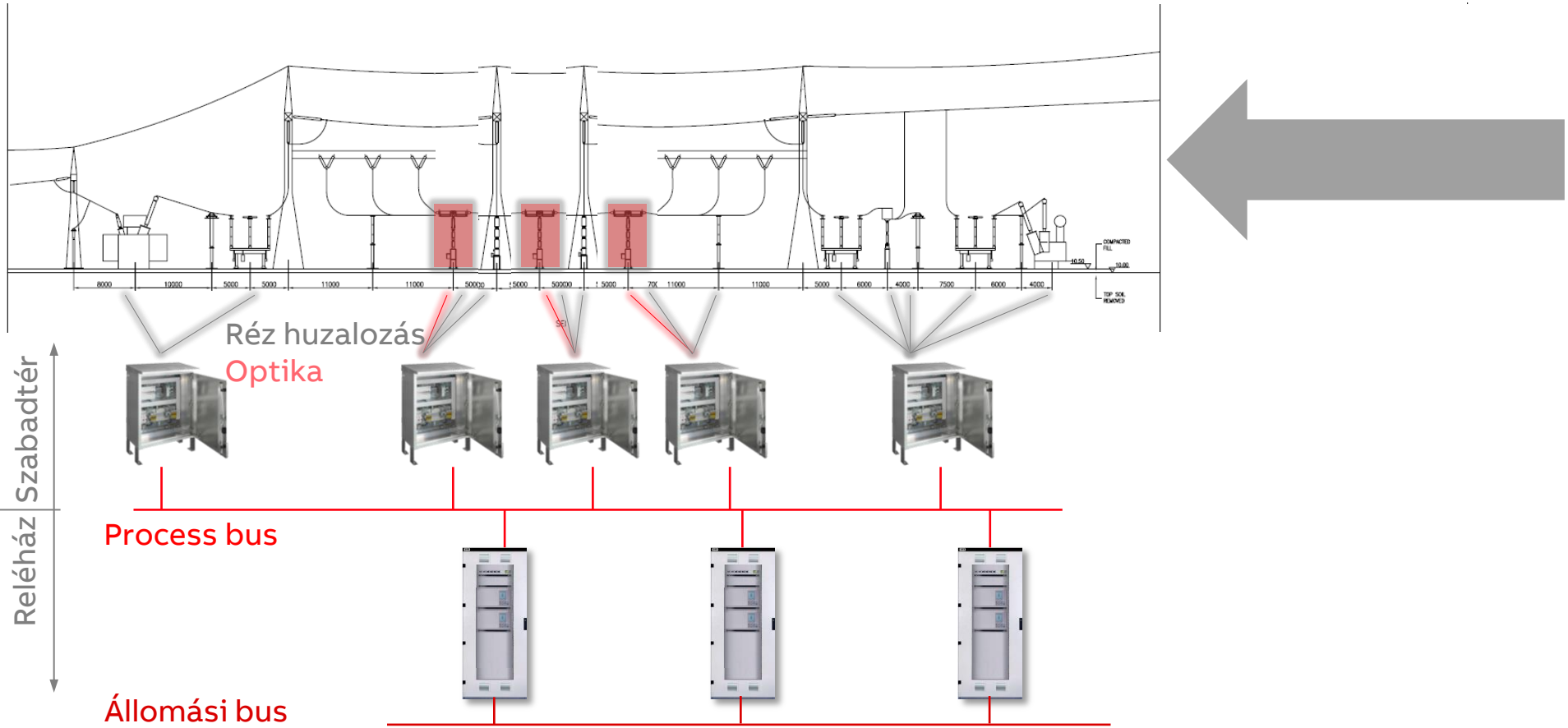
Digitális légszigetelésű alállomások, különálló optikai ÁV

Áttekintés



Digitális légszigetelésű alállomások, DCB integrált optikai ÁV-val

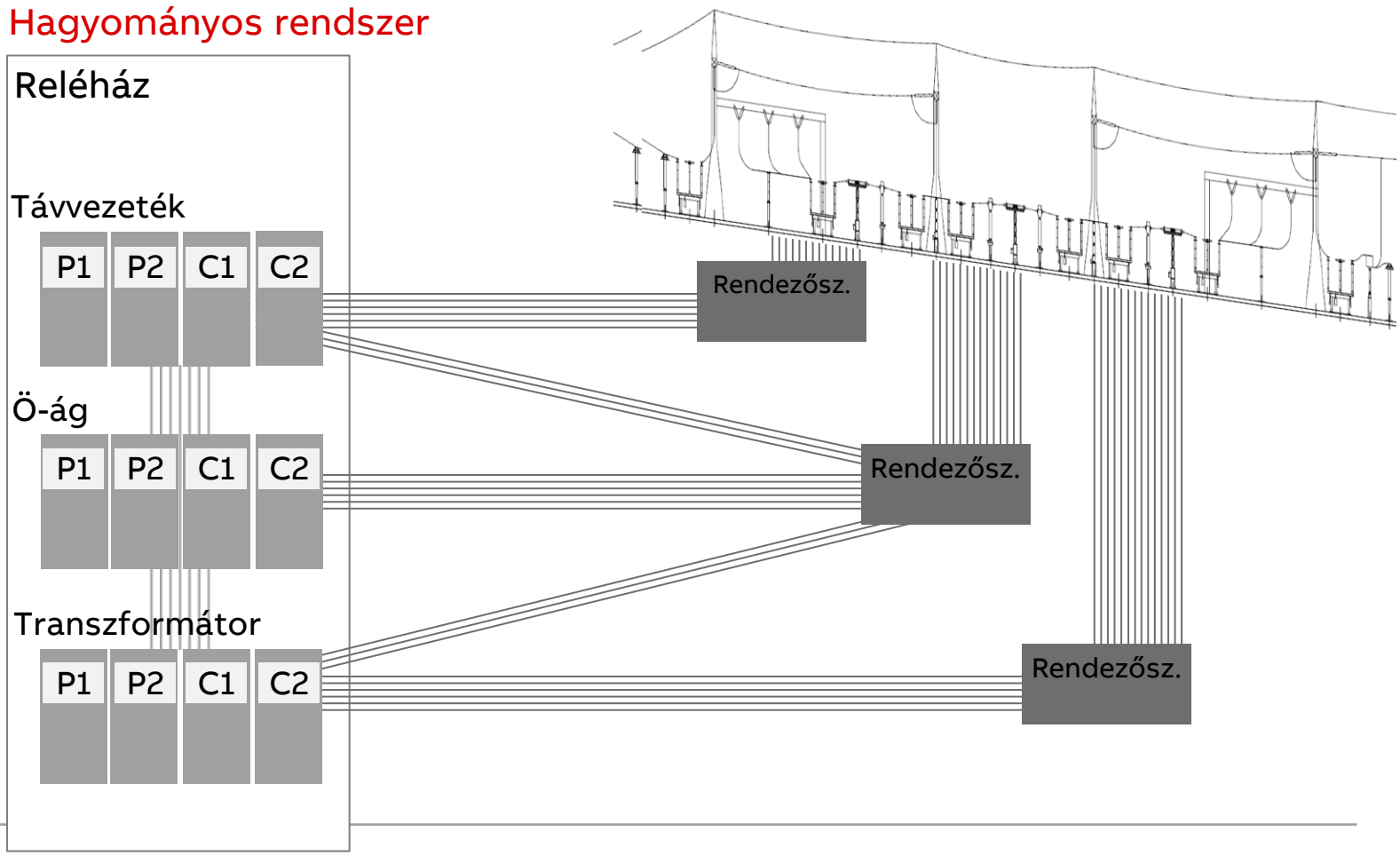
Az alállomás helyigényének csökkentése



*DCB: Szakaszolós megszakító

Digitális légszigetelésű alállomások

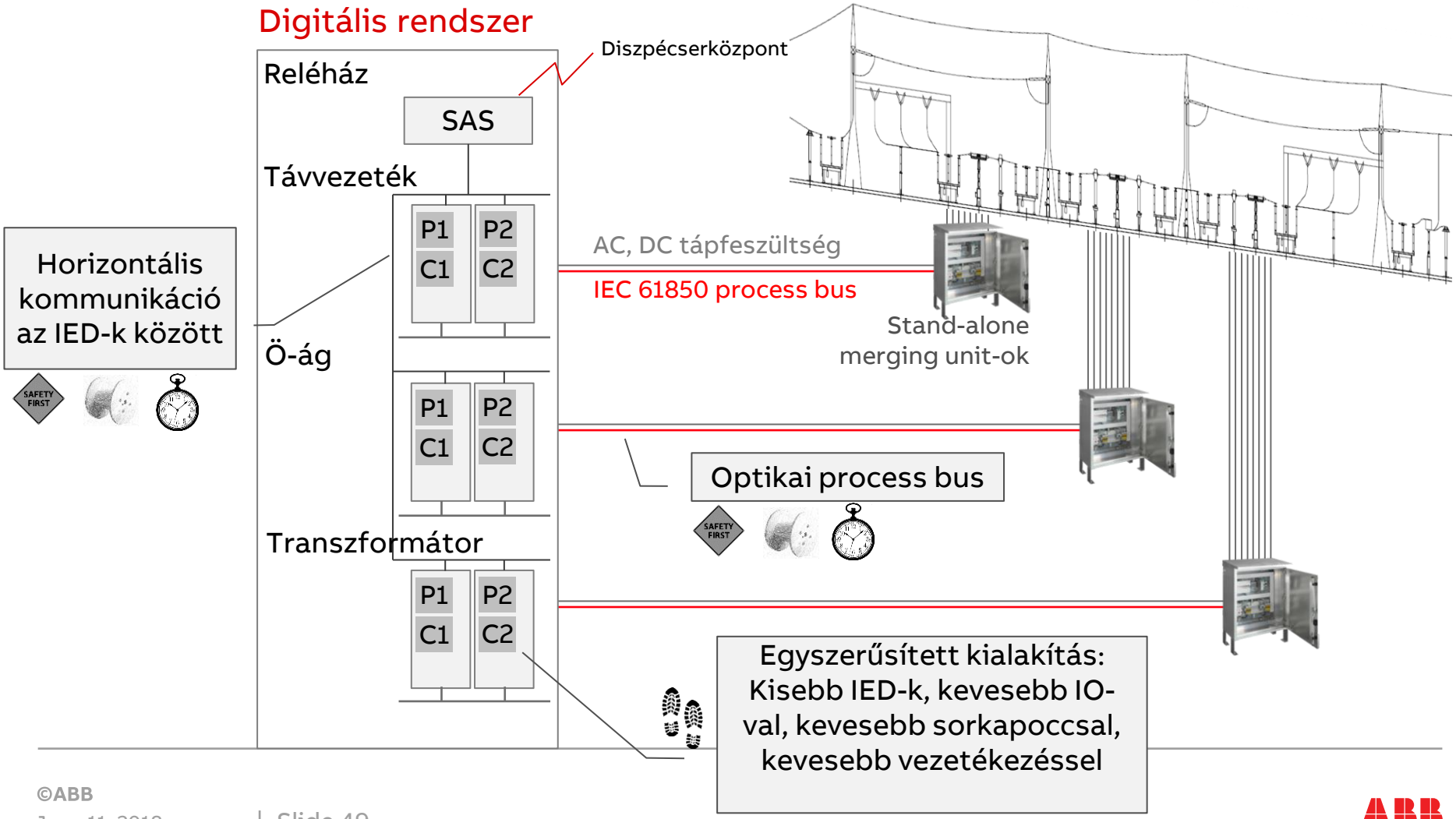
Hagyományos rendszer



©ABB

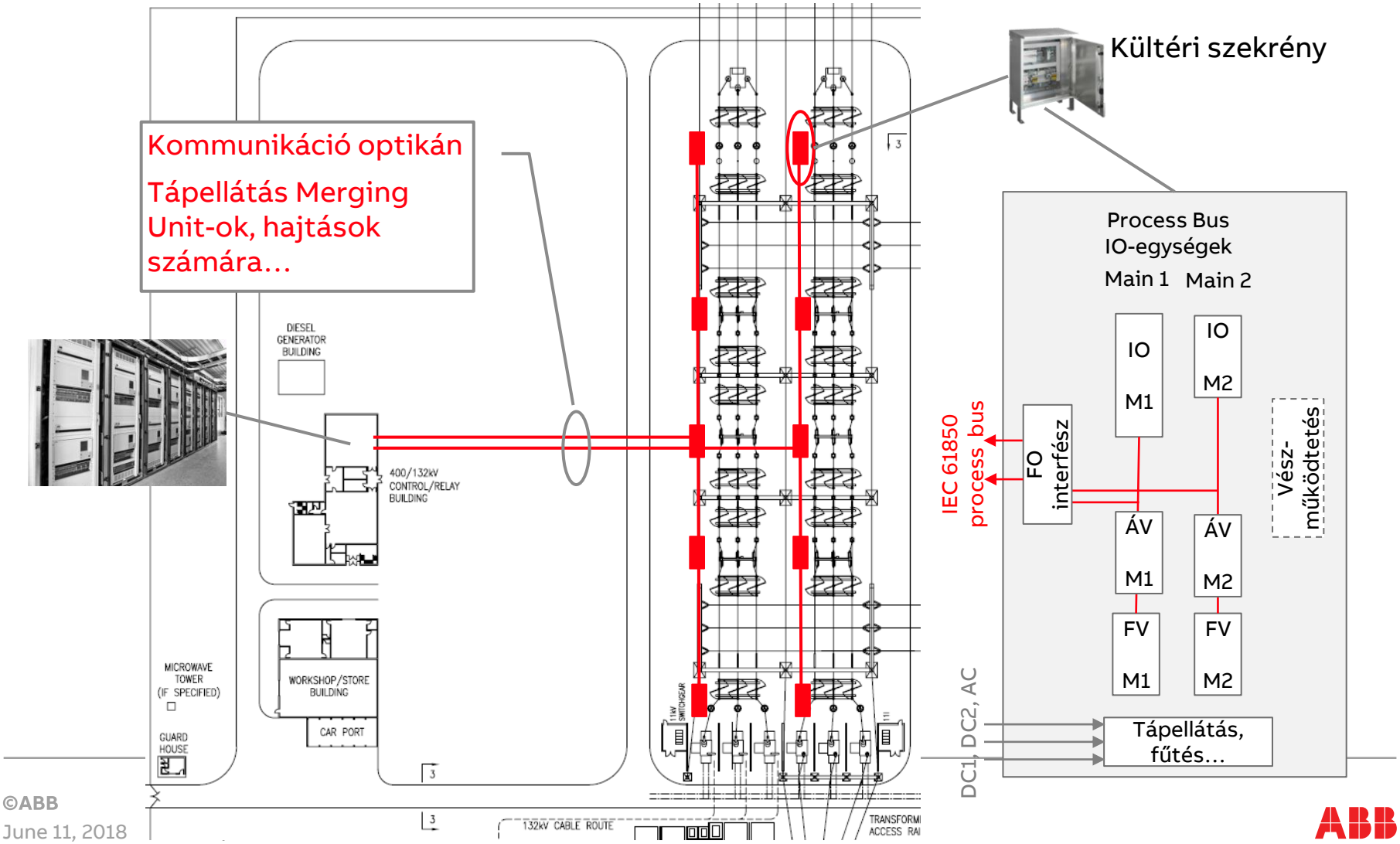
Digitális légszigetelésű alállomások

Digitális rendszer



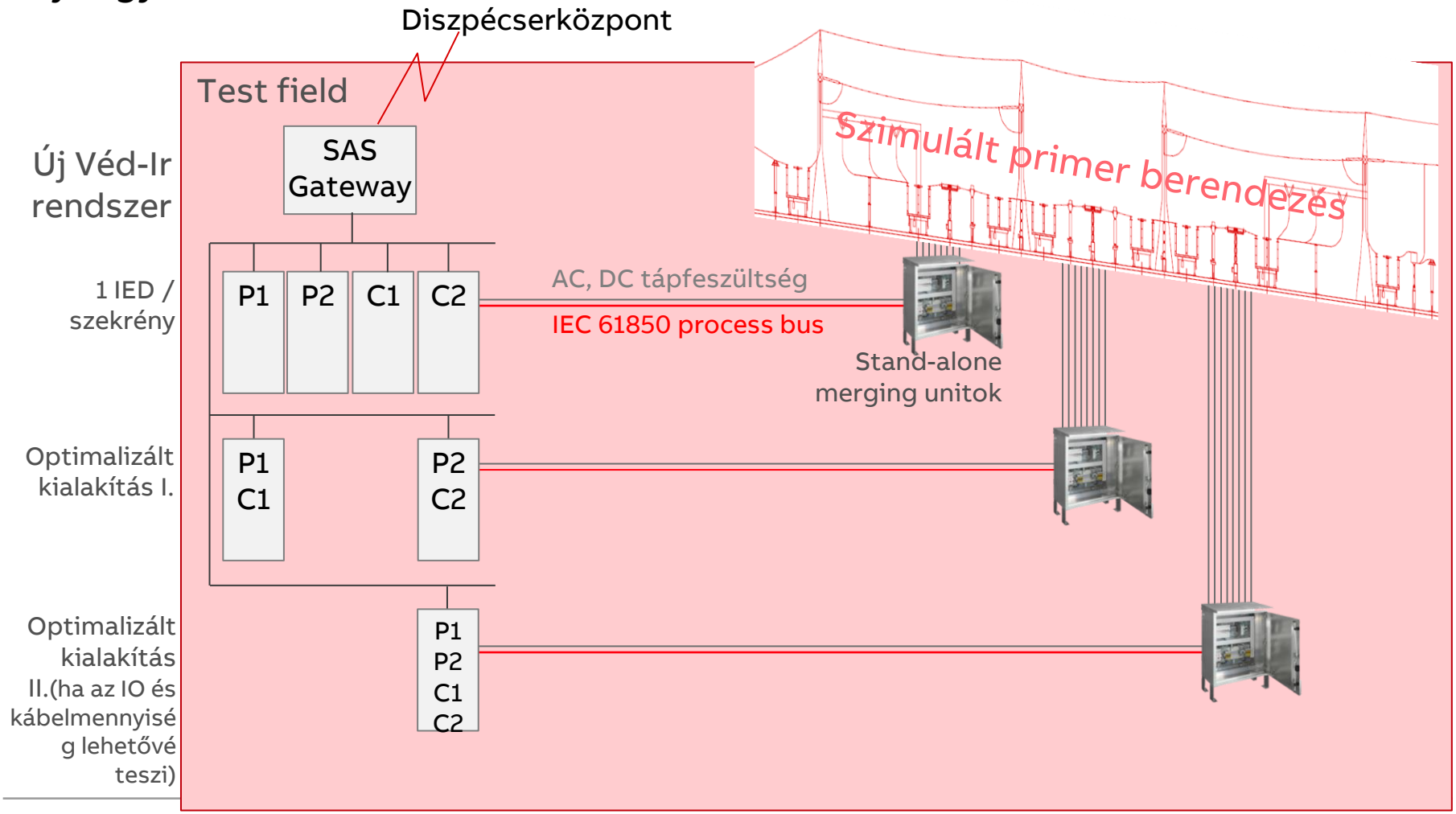
Digitális légszigetelésű alállomások

Digitális rendszer



Szekunder rekonstrukció

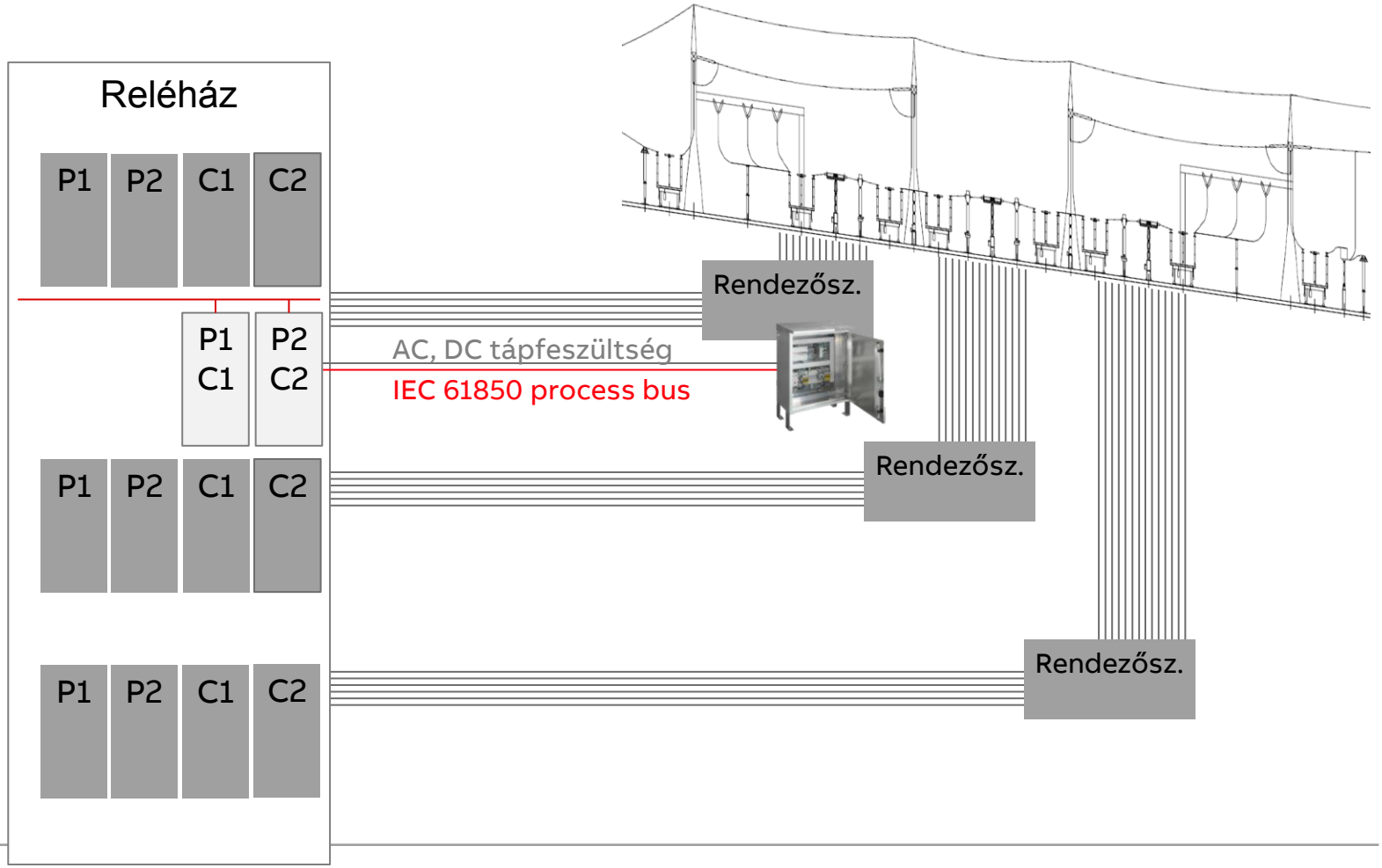
Teljes gyártóművi rendszerteszt



- Teljes gyártóművi teszt lehetősége a primer technológiától a diszpécserközpontig

Szekunder rekonstrukció

A gyárilag tesztelt rendszerelemek lépésről-lépésre történő telepítése



Digitális GIS alállomások

Digitális GIS alállomások

Főbb alkotóelemek

- **Mezőgépek és védelmek a vezérlőszekrényben**
- IED IEC61850-9-2, -8-1 támogatással

- **Monitoring funkciók** (SF6, CB, PD)
- Kapcsolat az asset management rendszerek felé

- **Rogowski tekercsek** áram méréshez
- **Kapacitív szenzorok** vagy osztók feszültség méréséhez

- **Stand-alone merging unit-ok** a hagyományos mérőtranszformátorokhoz

Digitális GIS alállomások

Gázszigetelésű kapcsolóberendezések

Állomási szint:

SCADA rendszer - Alállomási HMI és gateway

RTU - Gateway, HMI, adatkoncentrátor

Substation data manager szoftver

Rendszerintegrátor és parametrizáló szoftverek a VMH-n

Védelmi szekrények:

Védelmi IED-k IEC 61850 station & process bus kapcsolattal

9-2 fogyasztásmérők

Vezérlőszekrény (LCC):

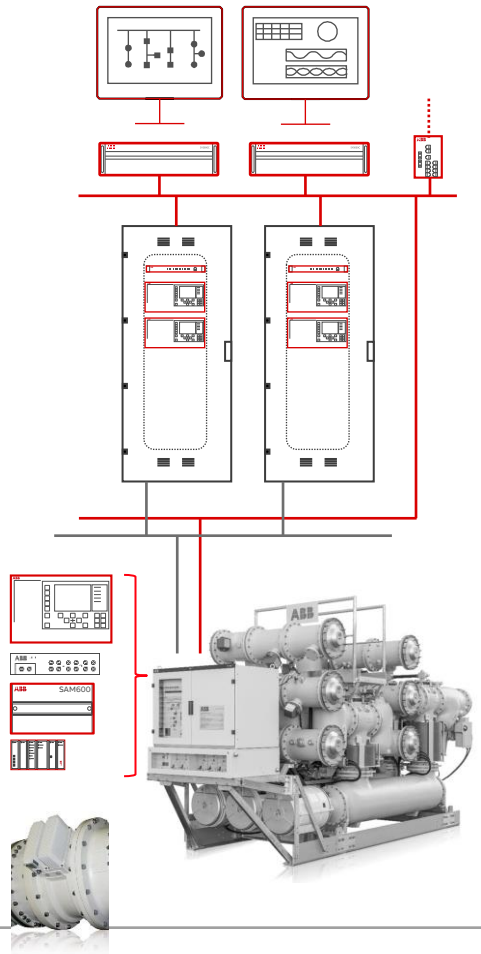
Mezőgépek és process interfész

Merging unit-ok (NCIT v. CIT-hoz ahol szükséges)

Kapcsolóberendezés monitoring

Nonkonvencionális mérőváltó:

NCIT áram- és feszültség méréshez



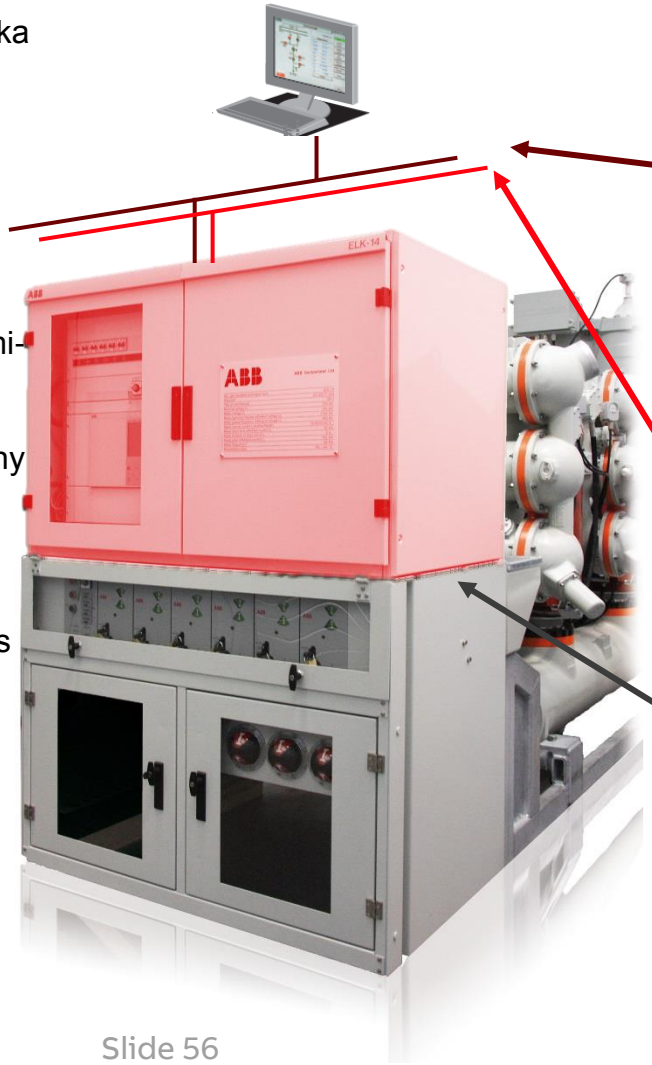
Alapkoncepciók

A szabványos interfészek alkalmazása biztosítja az időtállóságot

Irányítástechnika

Integrált védelmi-mezővezérlő szekrény (Vezérlőszekrény / LCC)

GIS berendezés



A szabványos határfelületek alkalmazása optimálisan választja el a különböző élettartamú / elavulási idejű alkotóelemeket

IEC 61850 station bus

- Vertikális kommunikáció az alállomási HMI-vel és a gateway-jel
- Horizontális kommunikáció más IED-kkel

IEC 61850-9-2 process bus

- Merging unit-ok küldik az SMV-ket az IED-k részére

Huzalozott interfész a kapcsolóberendezés felé

- A vezérlőszekrény és a kapcsolóberendezés közti huzalozás elválasztja az eltérő élettartamú primer- és szekunder berendezéseket.

Megvalósítási példák

Konzervatív példa

NCIT & process bus a szekrények számának megtartásával

A védelem és a vezérlés teljes elválasztása

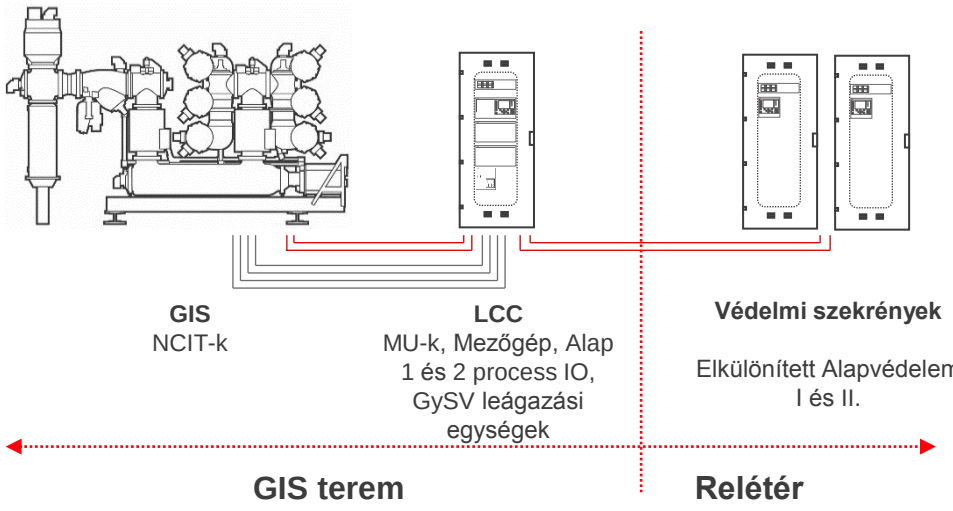
A hagyományos megoldás funkcionális szétválasztásának és külön szekrényeinek megtartása a digitális változatban is

Előnyök

- Legkisebb hatás a meglévő szervezeti felépítésre (pl. külön védelmes és irányítástechnikai csoportok)

Hátrányok

- Nem csökkent a szekrények száma
- Nem csökken a helyigény
- A digitális technológiára való átállás valószínűleg nem jár megtakarítással



Megvalósítási példák

Optimalizált példa

Process bus az LCC és a kompakt védelmi szekrény között

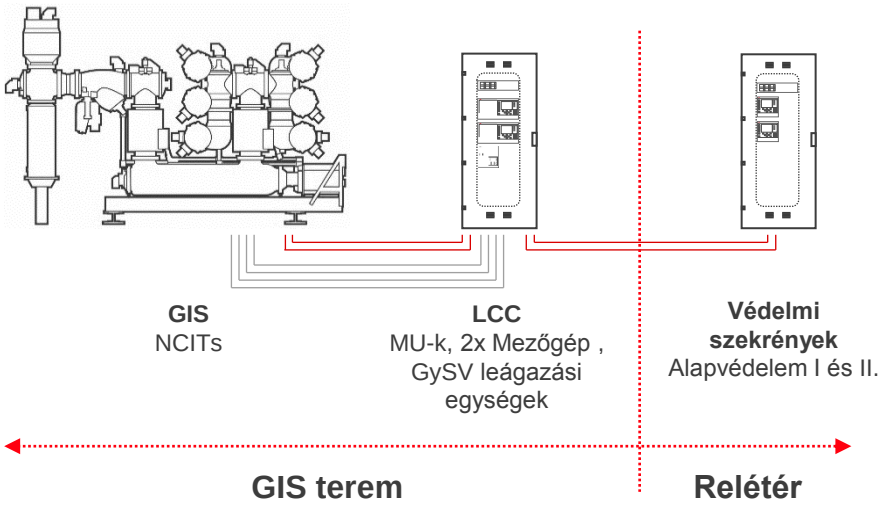
A védelmek a relétérben, a mezőgép és a GySV leágazási egység az LCC-n

Előnyök

- Csökkentett helyigény a relétérben
- Az LCC és a védelmek között minden kapcsolat optikai
- Redundáns A1/A2 működtető egységek
- A1/A2 védelmek különböző gyártótól
- Redundáns kioldás 61850-en a redundáns működtető IED-kkel

Hátrányok

- N/A



Megvalósítási példák

Integrált megoldás

Redundáns védelem és vezérlés az LCC-be építve

Redundáns védelemek mezővezélő funkcióval kiegészítve az LCC-ben.

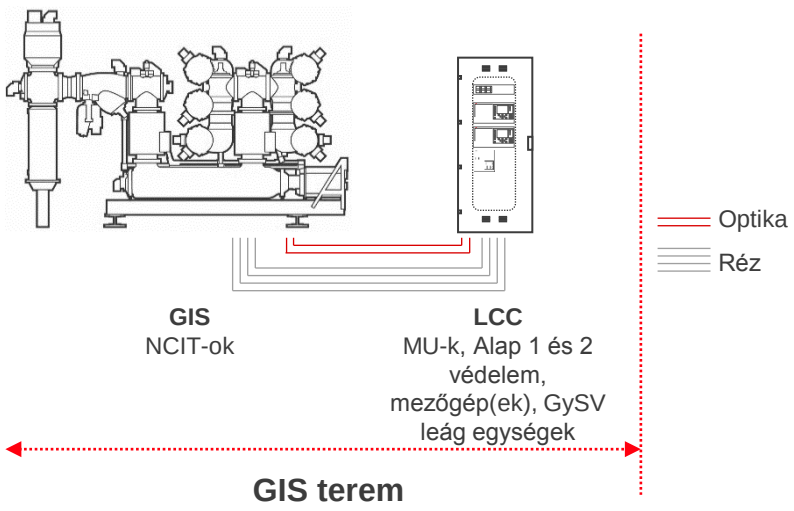
Erősen optimalizált kialakítás.

Előnyök

- Nincsen külön védelmes szekrény
- A redundáns készülékek biztosítják az I. és II. alapvédelmet és mezővezérlő funkcióval kiegészítve a redundáns működtetést is.

Hátrányok

- A védelmi és mezővezérlő funkciók összevonása egy redundáns készülékpárba *lehetőleg* azonos gyártótól származó készülékeket igényel.



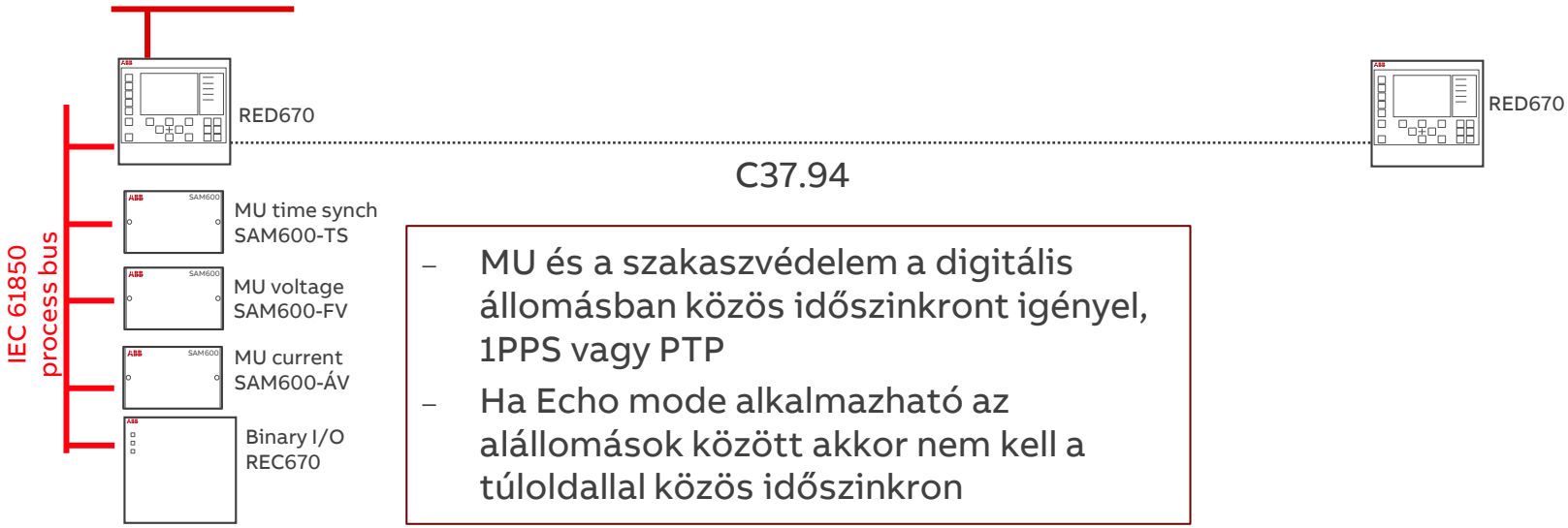
Megvalósítási példák

Összehasonlítás

Változat	Leírás	Relétér helyigény csökkenés	Kábelezési igény csökkenése	Telepítés, üzembe helyezés	Későbbi módosítások egyszerűsége	Szervezeti hatás
Konzervatív	Védelmek a reléterben, mezőgép, GySV LCC-ben, kioldás Field IO unit-okkal	**Nincs**	**-50%**	⇨	**Nehézkes**	**Kicsi**
Optimalizált	Védelmek a reléterben, mezőgép, GySV LCC-ben, kioldás a mezőgépeken át	**-40%**	**-60%**	⇘	**Jó**	**Kicsi**
Integrált	Redundáns védelmi-mezővezérlő készülékek az LCC-ben.	**-90%**	**-80%**	⇩	**Elfogadható**	**Nagy**

Tipikus alállomási mezők digitális változatban

Szakaszvédelem



- MU és a szakaszvédelem a digitális állomásban közös időszinkront igényel, 1PPS vagy PTP
- Ha Echo mode alkalmazható az alállomások között akkor nem kell a túloldallal közös időszinkron

670 version <2.2

Időszinkron

IED 1PPS, merging unit-ok PTP (IEC 61850-9-3)

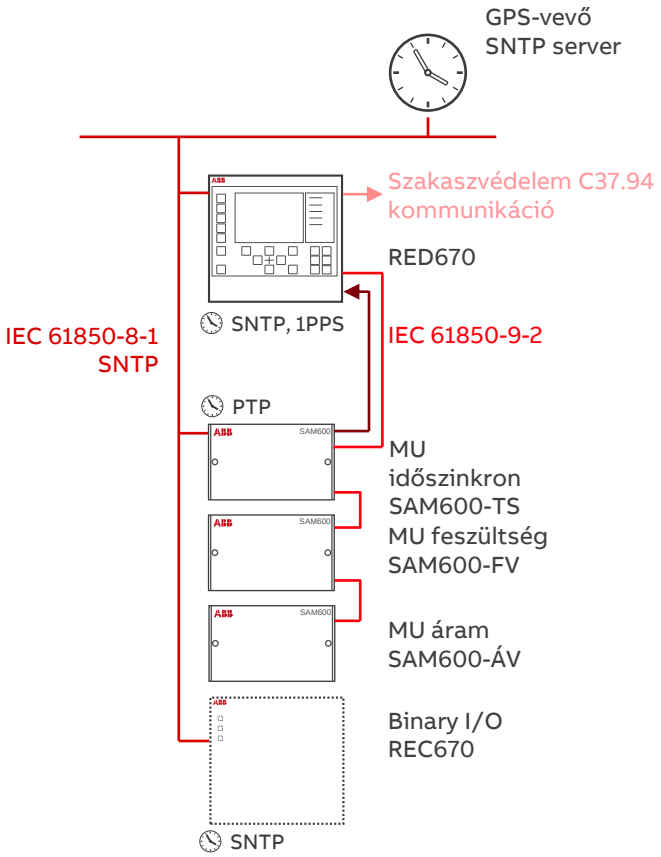
Leírás

Ebben a változatban az IED 1PPS időszinkront támogat, a merging unit-ok PTP-t (IEEE 1588 IEC 61850-9-3)

- GPS-vevő SNTP kimenettel
- IED szinkron SNTP abszolút szinkron (1ms pontosság) és 1PPS a Process Bus miatt (1µs pontosság)
- Merging unit szinkronozza a PB-t.

A szakaszvédelmek Echo mode-ban nem igényelnek közös GPS időszinkront.

A védelem nem függ a GPS-vevőtől



Időszinkron

IED 1PPS, merging unit-ok PTP (IEC 61850-9-3)

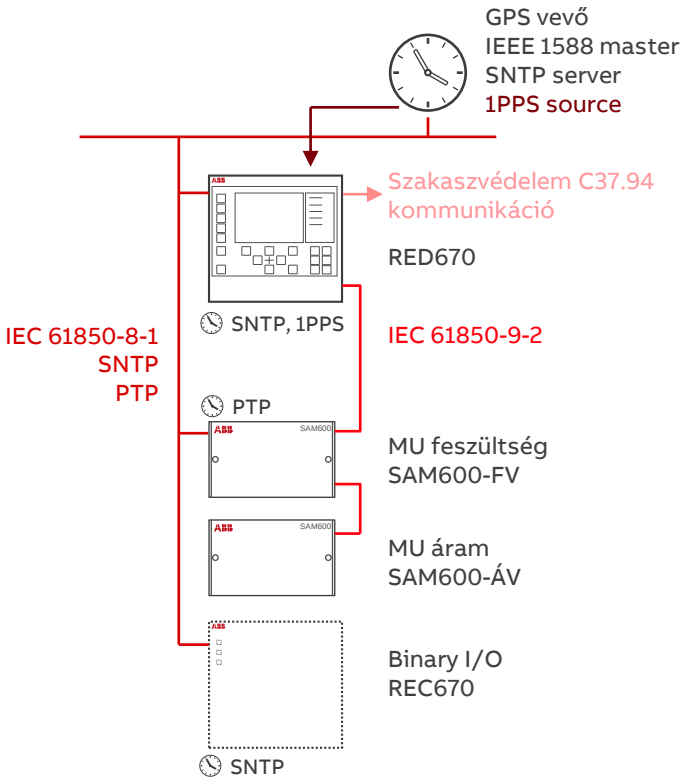
Leírás

Ebben a változatban az IED 1PPS időszinkront támogat, a merging unit-ok PTP-t (IEEE 1588 IEC 61850-9-3)

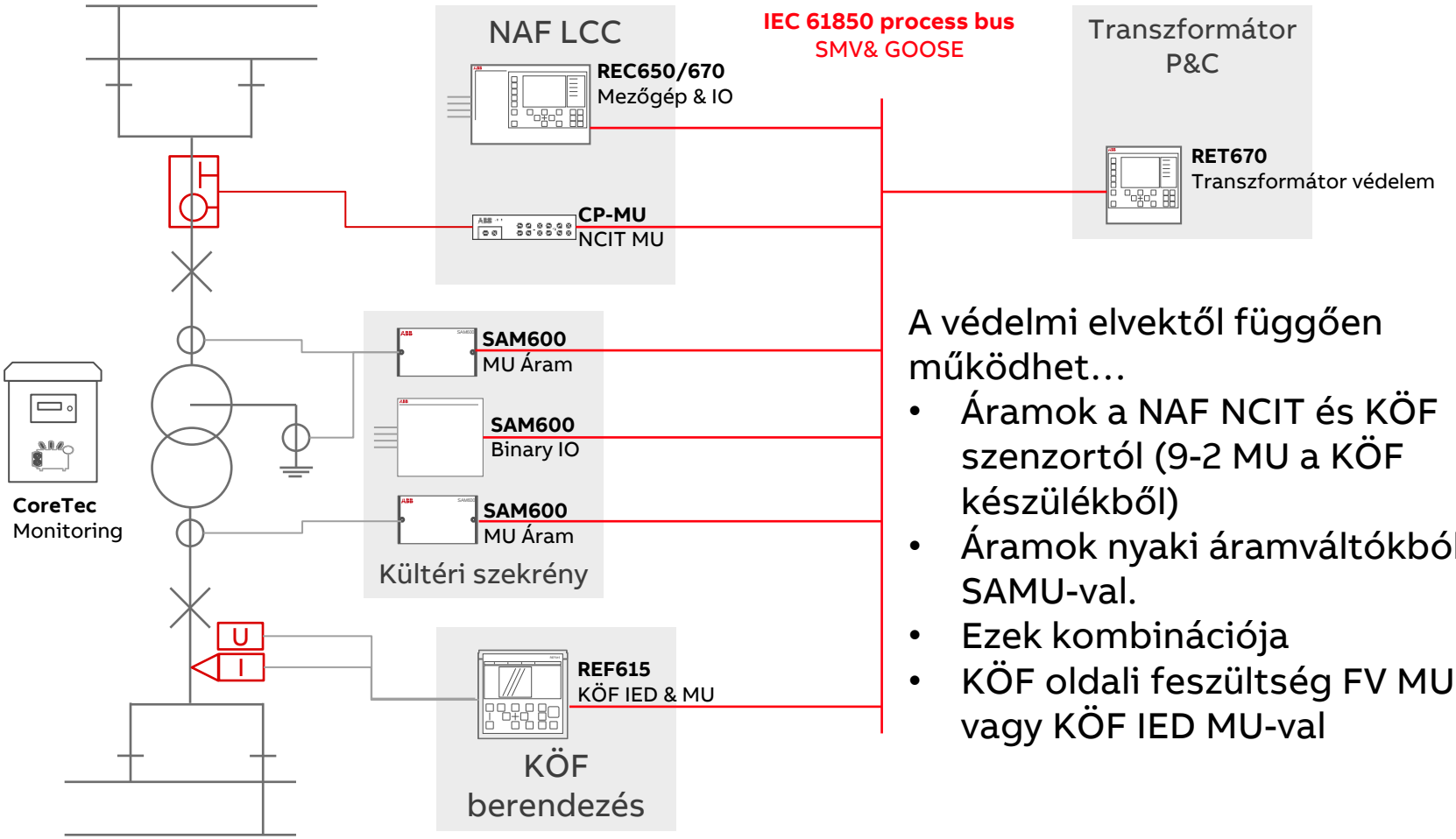
- GPS-vevő SNTP, PTP és 1PPS kimenetekkel
- IED szinkron SNTP abszolút szinkron (1ms pontosság) és 1PPS a Process Bus miatt (1µs pontosság)
- Merging unit PTP szinkronnal, külön szinkron modul nélkül

A szakaszvédelmek Echo mode-ban nem igényelnek közös GPS időszinkront.

A védelem függ a GPS-vevőtől



Transzformátor különbözeti védelem



A védelmi elvektől függően működhet…

- Áramok a NAF NCIT és KÖF szenzortól (9-2 MU a KÖF készülékből)
- Áramok nyaki áramváltókból, SAMU-val.
- Ezek kombinációja
- KÖF oldali feszültség FV MU-val, vagy KÖF IED MU-val

Gyűjtősínvédelem

Centralizált <-> decentralizált

Centralizált

Kiépítési határok

- Limitált mezőszám (≤8)

Előnyök

- Teljesen digitális megoldás, 9-2, GOOSE, PTP, HSR/PRP

Hátrányok

- Limitált mezőszám
- Állomási szintű időszinkron kell
- Állomási szintű process bus kell

Decentralizált

Kiépítési határok

- Nagy mezőszám (≤ 60)

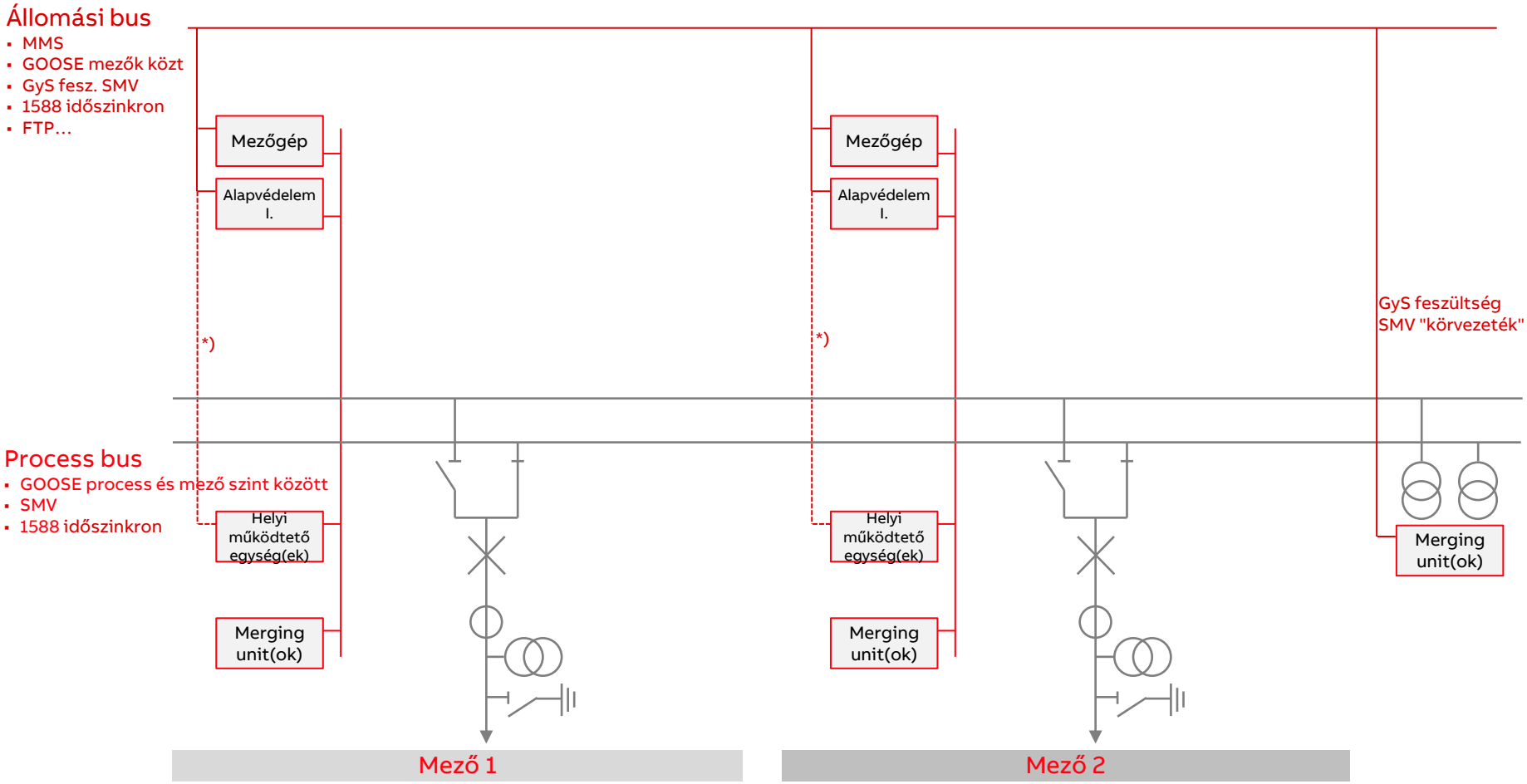
Előnyök

- A rendszer mérete független a process bus-tól
- Nem igényli a MU-k alállomási szintű időszinkronját

Hátrányok

- GOOSE nem támogatott
- Csak 1PPS időszinkron
- 9-2 nem támogatott a REB500 8.x -tal

Szinkronellenőrzés



Vészműködtetés

Kapcsolási hierarchia

1 **Diszpécserközpont** : Működtetés számítógépről

2 **Állomási szint** : Működtetés számítógépről

3 **Mező szint** : Működtetés IED-ről

4 **Készülék szint** : Működtetés nyomógombokkal

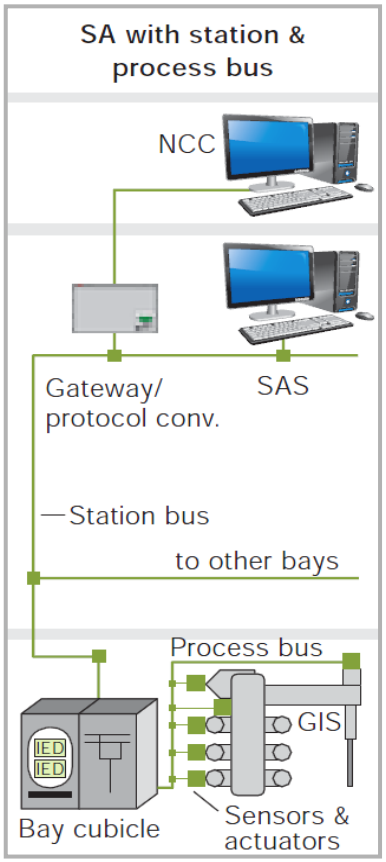
Átkapcsolás 1 – 2 között: Szoftveres parancs

Átkapcsolás 2 – 3 között: fizikai kapcsoló a 3. szinten

Átkapcsolás 3 – 4 között: fizikai kapcsoló a 4. szinten

A primer technológiához közeledve növekszik a prioritás:
4 > 3 > 2 > 1

Egy szinten belül:
Az elsőnek érkezőé az elsőbbség

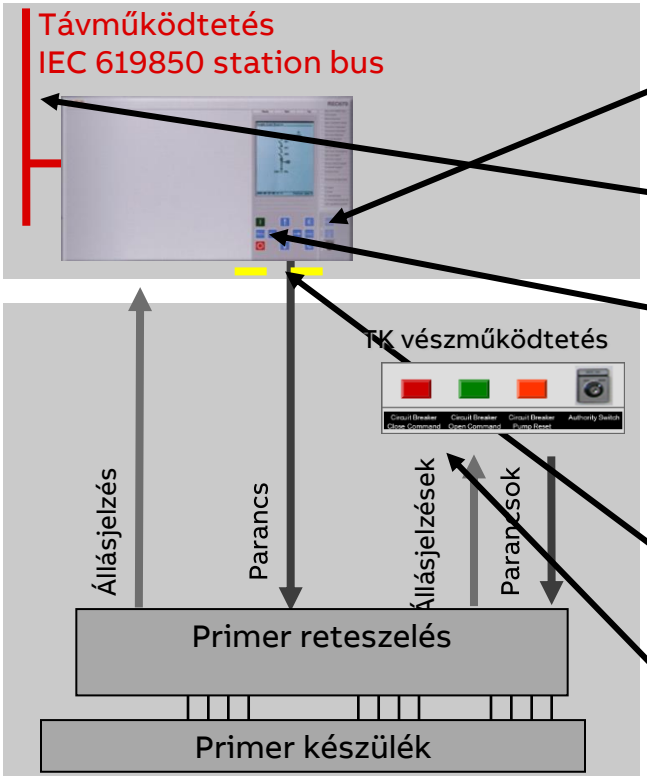


AIS helyi működtetés

Hagyományos megoldás

Vezérlő-szekrény

Hajtás- / Rendező-szekrény



Működtetési modell:

- Az IED Helyi/Táv kapcsolójával lehet kijelölni (Táv, Helyi, Ki)
  - Táv
    - Működtetés IEC 61850 interfészen
  - Helyi
    - Működtetés IED-ről
  - Ki
    - Működtetés tiltva
- Vészműködtetés a hajtásszekrényből lehetséges.

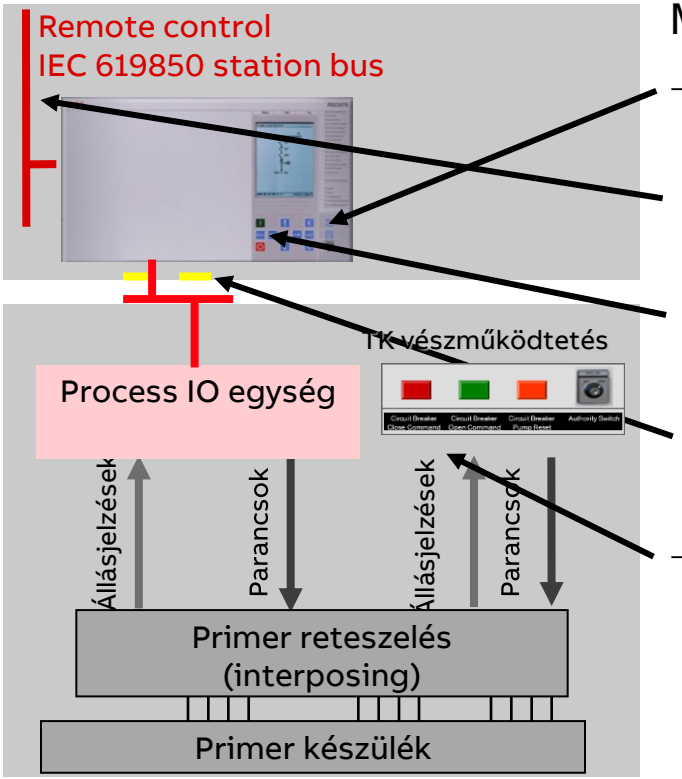
AIS helyi működtetés

Digitális változat

Vezérlő-szekrény

Process bus

Hajtás- / Rendező-szekrény



Működtetési modell:

- Az IED Helyi/Táv kapcsolójával lehet kijelölni (Táv, Helyi, Ki)
  - Táv
    - Működtetés IEC 61850 interfészen
  - Helyi
    - Működtetés IED-ről
  - Ki
    - Működtetés tiltva
- Vészműködtetés a hajtásszekrényből lehetséges.

Működtetési lehetőségek az alállomásban

SCADA

- Normál esetben innen történik a működtetés HMI

SCADA rendszer, hálózat hibája

Mezővezérlő

- Helyi működtetés a mezőgépről
- A hibától függően reteszfeloldással / szinkronellenőrzés nélkül

Mezőgép, vagy Process bus hiba

Kültéri szekrény

- A kültéri szekrényben elhelyezett nyomógombokkal (opcionális)

Kábelezés hibája

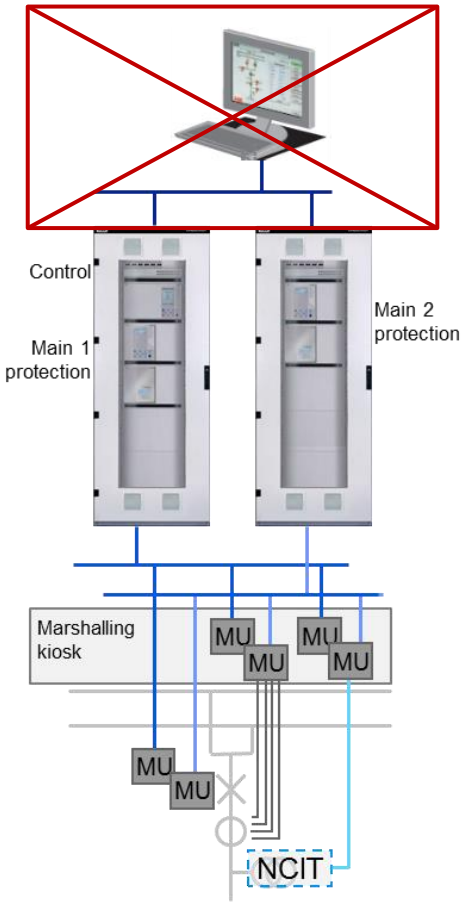
Primer készülék

- A hajtásszekrényben elhelyezett nyomógombokkal
- Valamilyen mechanikus megoldás, kurbli

Segédüzem hibája

Meghibásodási forgatókönyvek

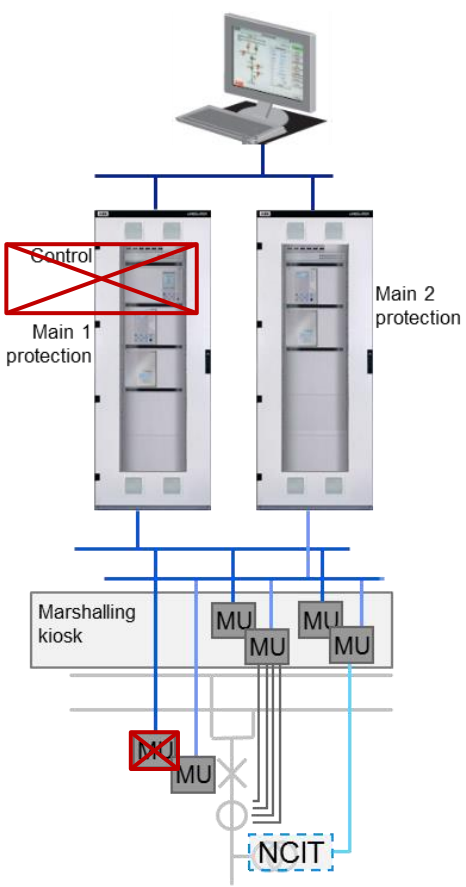
Állomási szint hibája (+ station bus)



	Hagyományos	Digitális, ÁV/FV-vel	Digitális, NCIT-vel
Másodlagos lehetőség:	▪ Működtetés a mezővezérlőről	▪ Működtetés a mezővezérlőről	▪ Működtetés a mezővezérlőről
Működtetési korlátozások	▪ Reteszfeltörés szükséges ha az állomási szintű reteszelés GOOSE-on történik	▪ Reteszfeltörés kell ▪ Szinkronellenőrzés áthidalása szükséges, ha a GyS feszültség a Station Bus-on van átküldve	▪ Reteszfeltörés kell ▪ Szinkronellenőrzés áthidalása szükséges, ha a GyS feszültség a Station Bus-on van átküldve
Védelmi korlátozások:	▪ Nincs	▪ Nincs	▪ Nincs

Meghibásodási forgatókönvyek

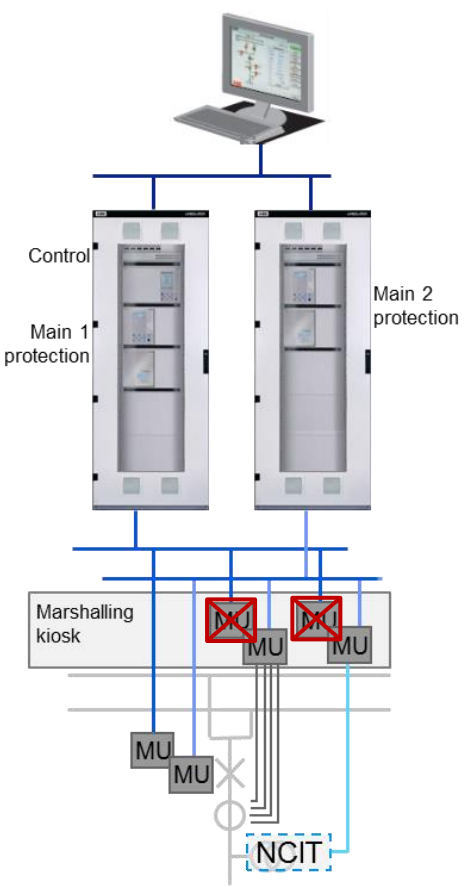
Mezőgép, vagy a helyi működtető IED hibája



Solution type:	Hagyományos	Digitális, ÁV/FV-vel	Digitális, NCIT-vel
Másodlagos lehetőség:	▪ Vezérlés sématábláról	▪ Működtetés a rendező- / hajtás szekrényben lévő gombokról	▪ Működtetés a rendező- / hajtás szekrényben lévő gombokról
Működtetési korlátok	▪ Állomási retesz kiesik ▪ Szinkronellenőrzés kiesik	▪ Állomási és mezőszintű (GOOSE) retesz kiesik ▪ Szinkronellenőrzés kiesik	▪ Állomási és mezőszintű retesz kiesik ▪ Szinkronellenőrzés kiesik
Védelmi korlátok	▪ Nincs	▪ Egyik alapvédelem kiesik	▪ Egyik alapvédelem kiesik

Meghibásodási forgatókönvyek

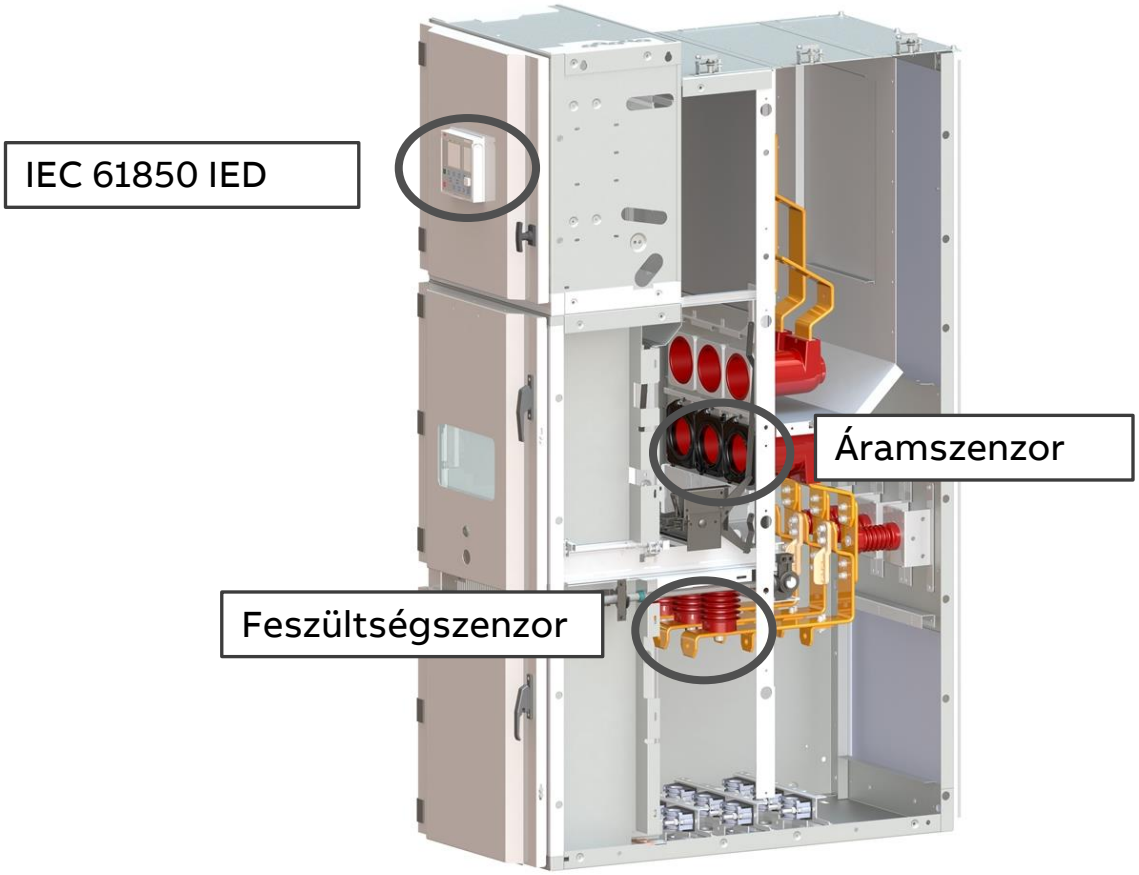
Merging unit hiba (stand-alone MU vagy NCIT MU)



	Hagyományos	Digitális, ÁV/FV-vel	Digitális, NCIT-vel
Másodlagos lehetőség:	▪ n/a	▪ Nem érinti	▪ Nem érinti
Működtetési korlátok	▪ n/a	▪ Szinkronellenőrzés kiesik ▪ Fesz. Feltételes retesz kiesik ▪ Mérések kiesnek	▪ Szinkronellenőrzés kiesik ▪ Fesz. Feltételes retesz kiesik ▪ Mérések kiesnek
Védelmi korlátok	▪ n/a	▪ Védelmi funkciók működtető mennyiségei kiesnek	▪ Védelmi funkciók működtető mennyiségei kiesnek

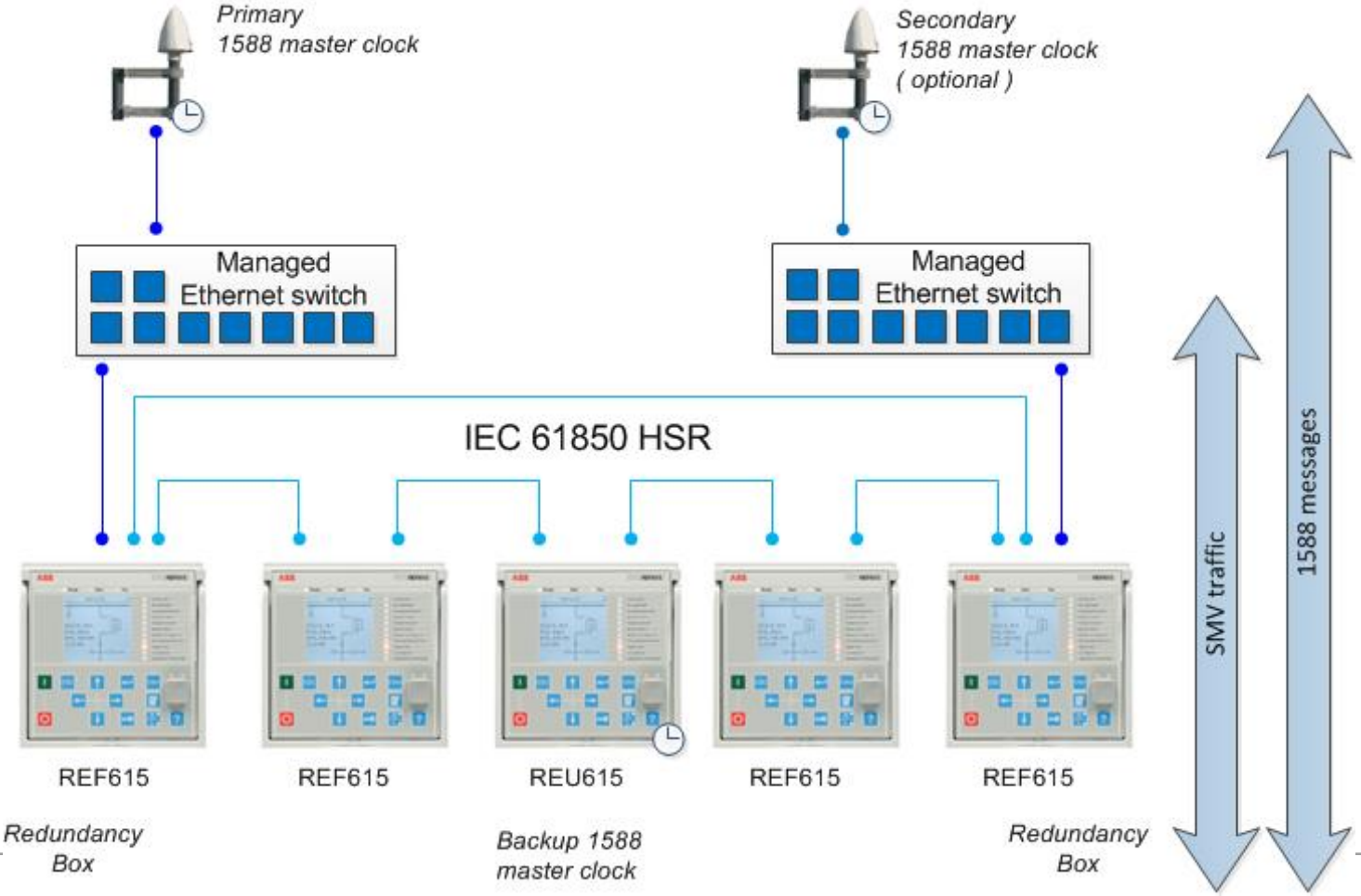
Digitális KÖF állomások

Digitális KÖF kapcsolóberendezés

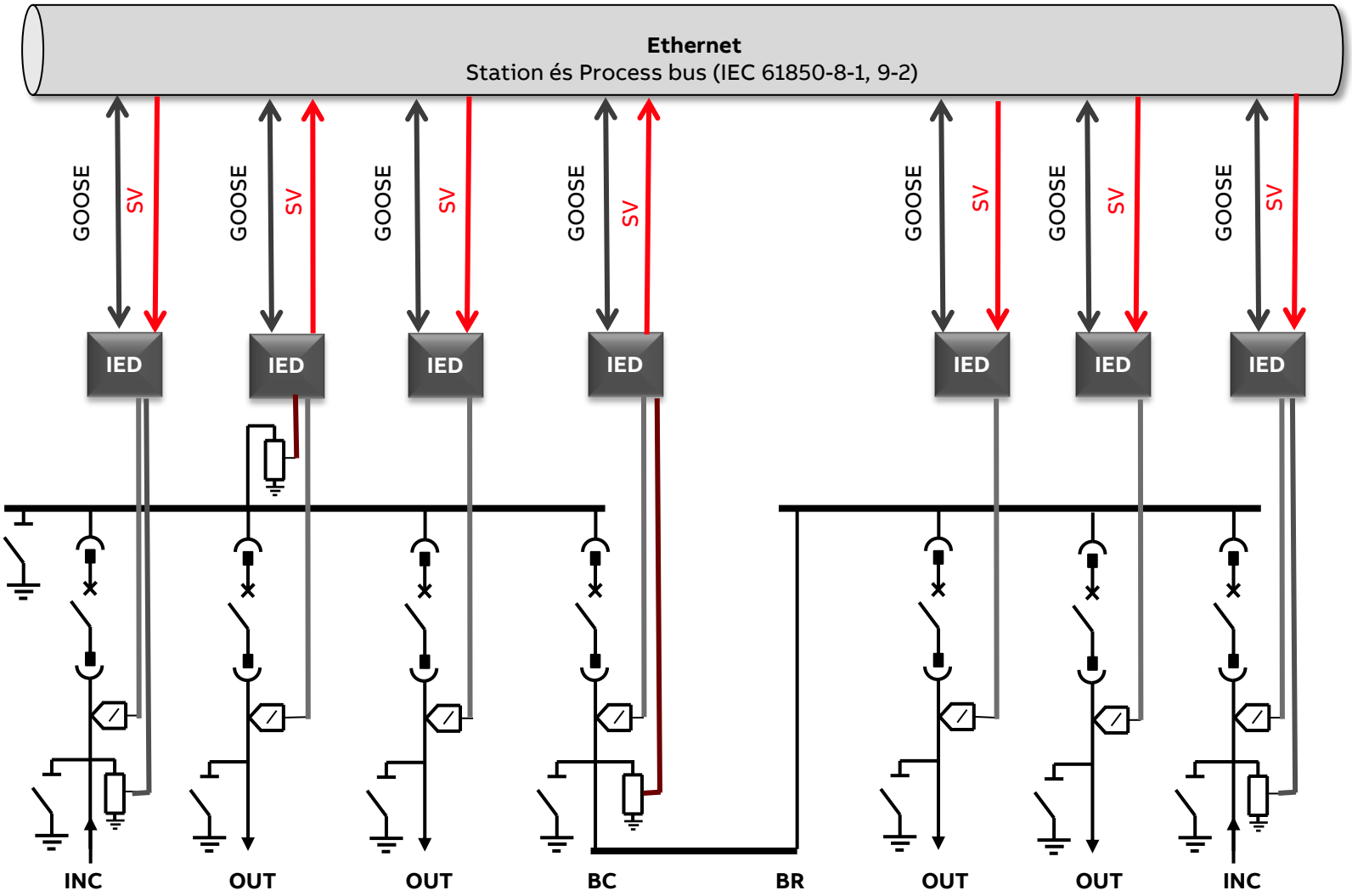


Hálózati felépítés (tipikus)

HS-gyűrű

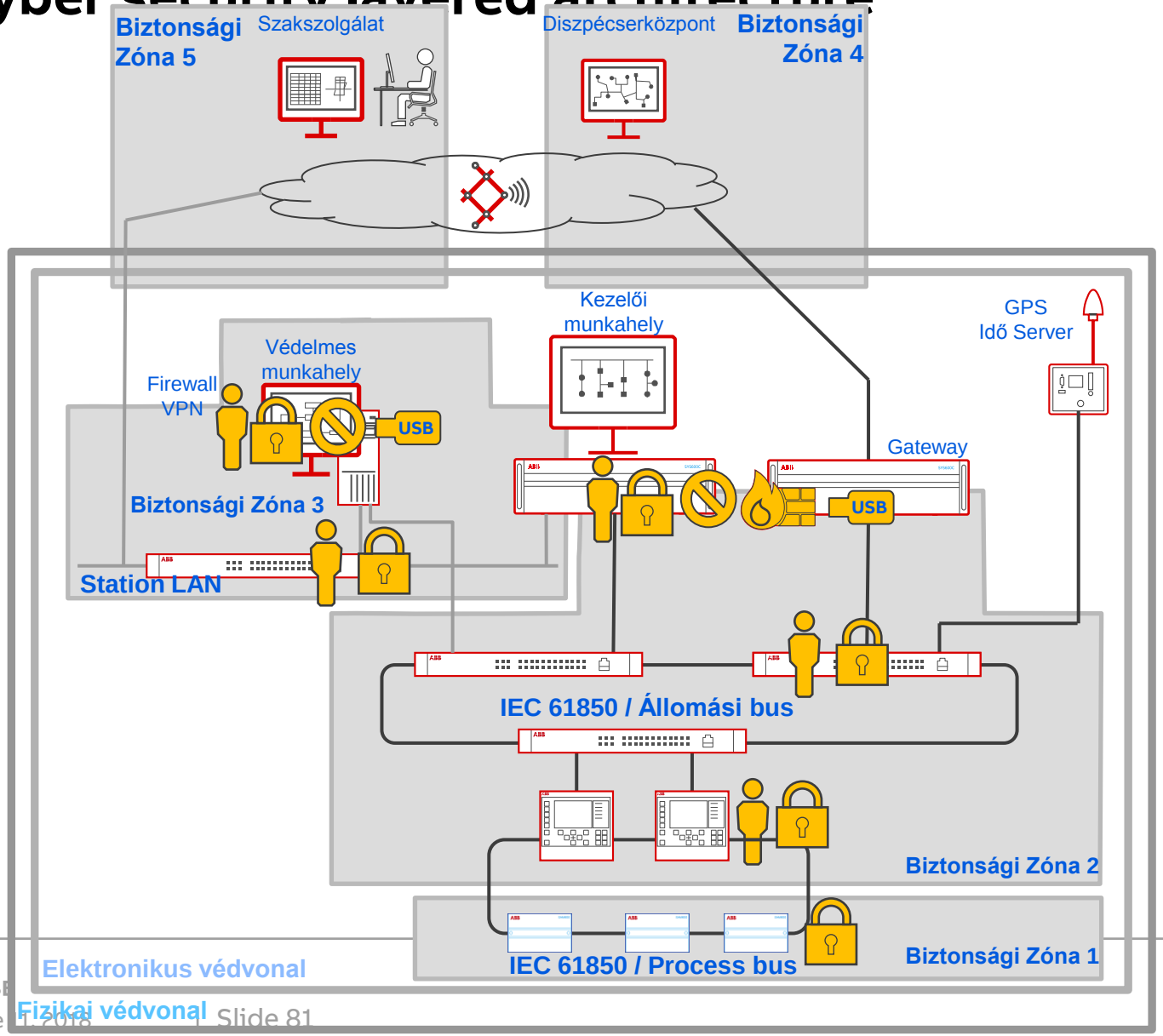


„Feszültség körvezeték” Process Bus-on



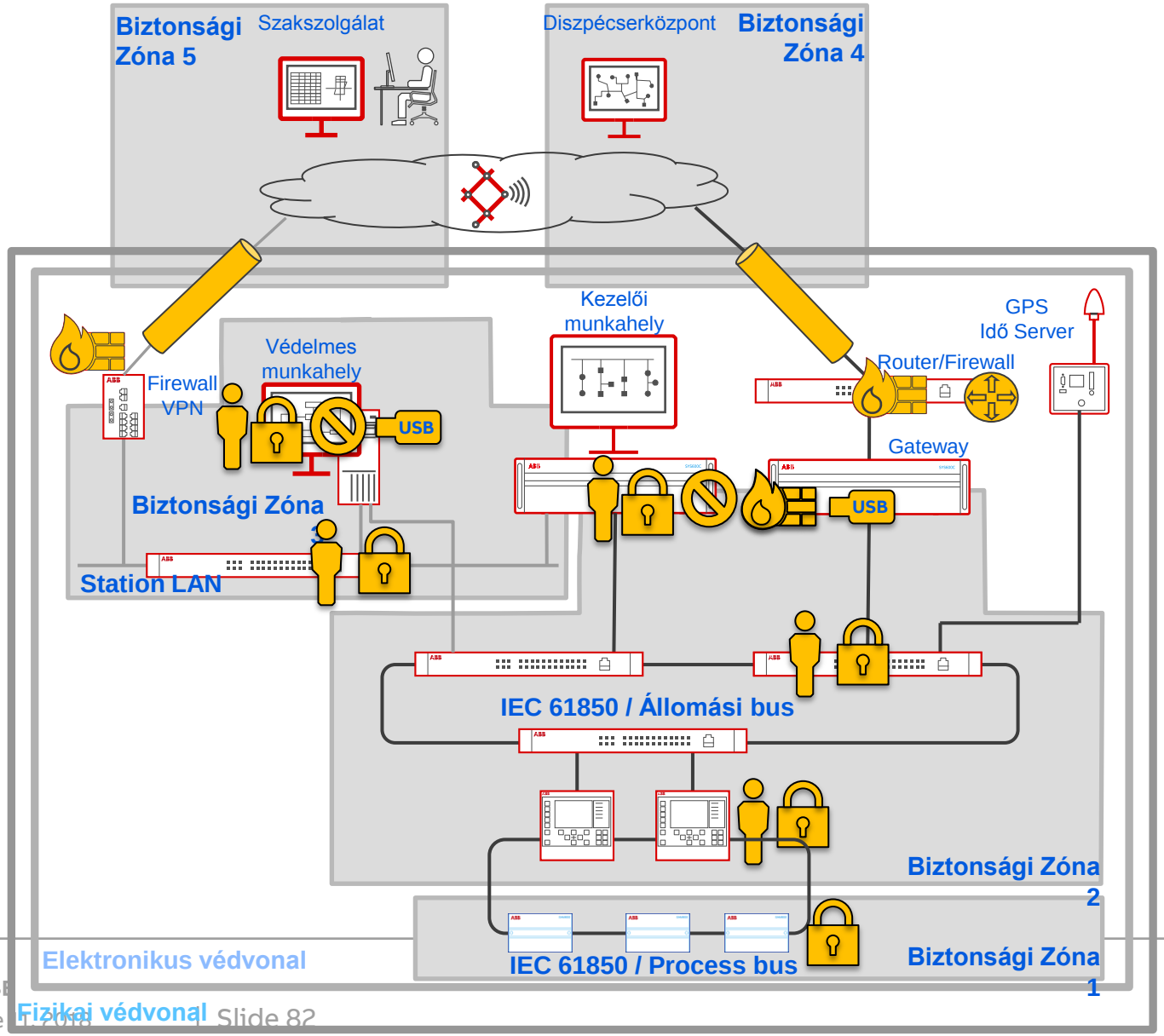
Kiberbiztonság és a process bus

Cyber security layered architecture



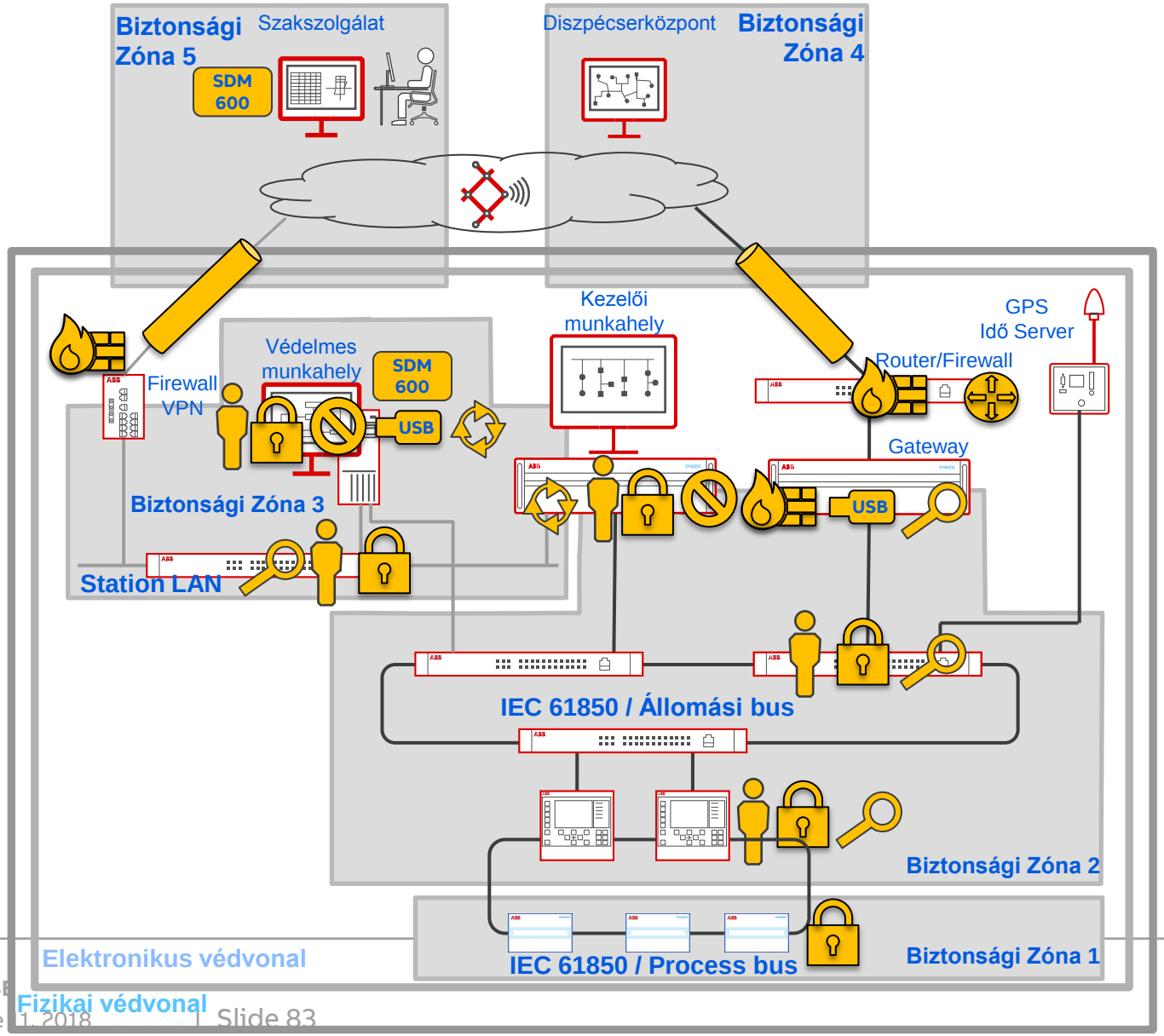
Jelmagyarázat:

- Portok, szolgáltatások tiltása
- USB Hordozható média
- Egyéni felhasználói fiókok
- Malware Protection
- Firewall



Jelmagyarázat:

- Portok, szolgáltatások tiltása
- USB — Hordozható média
- Egyéni felhasználói fiókok
- Malware Protection
- Firewall
- Router
- Titkosított kommunikáció



Jelmagyarázat:

- Portok, szolgáltatások tiltása
- USB — Hordozható média
- Egyéni felhasználói fiókok
- Malware Protection
- Firewall
- Router
- Titkosított kommunikáció
- SDM 600 — Központi biztonsági naplózás és felhasználókezelés
- Helyi biztonsági naplózás
- Patch management

Konklúzió

A Process Bus alkalmazása:

- Kevesebb réz, de
- Több optika
- Több switch
- Több IED
- Új kihívások: aktív alkotóelemek életciklusa, kiberbiztonság, stb.

A hagyományos „analóg” rendszerhez képest optimalizált kivitelben érdemes alkalmazni, mert könnyen egy nagyon drága és nagyon bonyolult rendszerrel találjuk szembe magunkat

ABB