



BEZPEČNOST A SPOLEHLIVOST

Teoretická východiska pro návrh a montáž elektrických sítí ve zdravotnických zařízeních

1

Zajištění maximální bezpečnosti elektrických sítí ve zdravotnických prostorech

Hlavní starostí lékařů a zdravotních sester ve zdravotnických zařízeních je péče o pacienta a snaha o jeho uzdravení. I krátkodobý výpadek sítě však může poškodit pacientovo zdraví, ohrozit jeho život, negativně ovlivnit úspěšnost terapie či výsledek diagnózy, nebo jinak obecně zmařit úsilí lékařů.

Proč požadujeme maximální bezpečnost a spolehlivost elektrické sítě?

- Pacientova schopnost reagovat na případné negativní účinky elektrické sítě je výrazně snížena
- Srdeční sval je vysoce citlivý na elektrické signály (reaguje na proudy již od 10 µA)
- Fyziologické funkce jsou dočasně nebo trvale odkázány na podporu přístrojů napájených z elektrické sítě
- Nebezpečí požáru nebo výbuchu je výrazně zvýšeno vlivem používání anestetik, dezinfekce nebo čistících prostředků
- Elektrická a magnetická indukce z napájecích sítí mohou negativně ovlivňovat funkci zdravotnických elektrických přístrojů
- Operaci nelze přerušit nebo opakovat bez potenciální možnosti negativního vlivu na stav pacienta
- Dlouhodobé záznamy dat mohou být částečně nebo zcela znehodnoceny

Kromě bezpečnosti pacientů, která vždy bude na prvním místě, je při návrhu a realizaci elektrické sítě nutno přihlédnout i k dalším faktorům, jako jsou například

- možné náklady na údržbu sítě,
- způsoby vyhledávání případných poruch,
- modularita sítě,
- přehlednost indikace kritických stavů,
- jednoduchost obsluhy,
- a další provozně ekonomické parametry.

Zdravotnické prostory

Míra možného ohrožení pacienta vlivem poruchy elektrické instalace nebo výpadku napájecího zdroje není ve všech zdravotnických prostorech stejná. Nejdůležitějšími kritérii při klasifikaci takových prostor podle míry ohrožení pacienta jsou

- typ možného kontaktu příložné části s pacientem
- a účel, pro který je místnost využívána.

Charakteristika skupin zdravotnických prostor podle normy ČSN 33 2000-7-710 a IEC 60364-7-710:

	Skupina 0	Skupina 1	Skupina 2
Odpolení v případě první závady instalace nebo napájecího zdroje	Je možné, - neohrožuje stav pacienta, - umožnuje opakování vyšetření nebo léčby při přerušení napájení		Není možné, - ohrožuje stav pacienta, - neumožňuje opakování vyšetření nebo léčby při přerušení napájení
Použití příložných částí	Neaplikuje se	Externě nebo interně, ne pro intrakardiální procedury a vitální léčbu	Externě nebo interně, pro intrakardiální procedury a vitální léčbu
Příklady	Běžné místnosti	Pokoje pro fyzioterapii, hydroterapii, stomatologii, dialýzu, atp.	Operační sály, před- a pooperační místnosti, JIP, dospávací pokoje, atp.

Charakter jednotlivých skupin a míra ohrožení pacienta vyžaduje různé podmínky pro elektrickou ochranu příslušné elektrické napájecí sítě.

Způsob ochrany instalací a napájecích zdrojů u jednotlivých skupin:

Předepsaný způsob ochrany	Skupina 0	Skupina 1	Skupina 2
Doplňující pospojování	■	■	■
SELV, PELV		■	■
Proudové chrániče v sítích TN		■	omezeně
Dvojitá izolace		■	■
Hlídače izolačního stavu v sítích IT		■	■
Bezpečný napájecí zdroj a osvětlení		■	■

Použití TN a IT sítí ve zdravotnických prostorech

Použití TN sítí

- Ve zdravotnických prostorech není dovoleno používat síť TN-C. Je doporučeno používat síť TN-S především z důvodu omezení
- nežádoucího přerušení napájení,
 - poškození vlivem požáru,
 - negativních efektů na ochranných přístrojích,
 - ztráty dat v počítačích,
 - poškození potrubí a ochran osvětlení vlivem koroze,
 - a další ...

Možnost použití proudových chráničů 30 mA (RCD) je možné jen pro napájení

- operačních stolů,
- RTG,
- velkých přístrojů s příkonem nad 5 kVA,
- přístrojů nepodporujících životní funkce.

Použití IT sítí

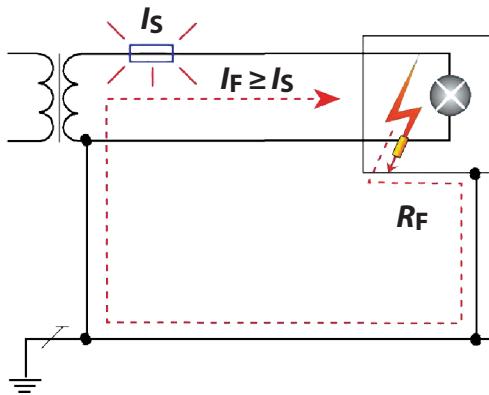
IT sítě se ve zdravotnických prostorech používají všude tam, kde je třeba splnit nejnáročnější kriteria na bezpečnost pacienta a spolehlivost napájecí sítě. Jsou tedy využívány zejména v místnostech skupiny 2 pro napájení

- zdravotnických elektrických přístrojů,
- systémů pro podporu životních funkcí nejen při chirurgických zákrocích,
- dalších elektrických přístrojů umístěných v pacientském prostředí.

Hlavní přednosti izolované sítě IT

Vyšší provozní spolehlivost a požární bezpečnost při zemním spojení

TN síť



Při zemním spojení protéká do země unikající proud I_F , který je závislý na velikosti zemního odporu R_F .

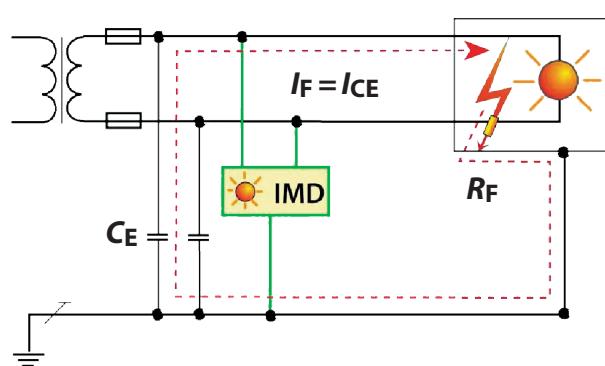
Je-li $I_F < I_S$,

- pojistka nereaguje,
- vzniká nebezpečí požáru vlivem unikajícího proudu a
- nebezpečí požáru už při $P = 60 \text{ W} = 260 \text{ mA} \times 230 \text{ V}$.

Je-li $I_F \geq I_S$,

- pojistka reaguje a
- napájení je přerušeno.

IT síť



Při zemním spojení protéká do země pouze kapacitní proud I_{CE} .

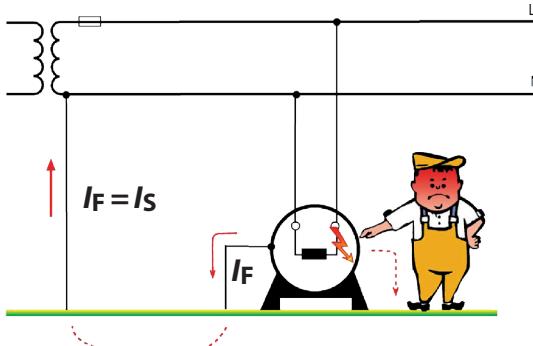
Je-li $I_F < I_S$,

- pojistka nereaguje,
- riziko požáru je výrazně nižší a tím je
- nižší i ohrožení osob a majetku.

Je-li $I_F \geq I_S$,

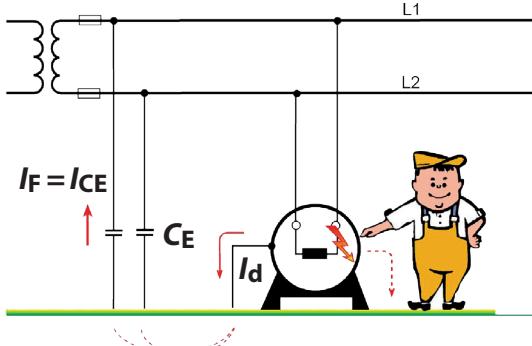
- pojistka nereaguje a
- napájení není přerušeno ani při jednopólovém zemním spojení.

Vyšší bezpečnost v důsledku nižšího poruchového proudu



Poruchový proud je omezen pouze impedancí těla a zemním odporem.

- Vyšší poruchový proud značně zvyšuje nebezpečí ohrožení osob



IT sítě jsou v daných aplikacích malé lokální sítě s nízkou svodovou kapacitou. Poruchový proud je omezen nejen impedancí těla a zemním odporem, ale i velkou impedancí mezi IT sítí a zemí, která je nepřímo úměrná svodové kapacitě.

- Nižší poruchový proud minimalizuje nebezpečí ohrožení osob

Napájení zdravotnických prostor

Všechny zdravotnické prostory musí mít bezpečnostní zdroj napájení.

Bezpečnostními zdroji jsou zpravidla generátory se spalovacími motory. Jejich automatické přepínání se základním zdrojem může být v hlavní rozvodně nemocnice, hlavním rozvaděči budovy, nebo v rozvaděči zdravotnického oddělení.

Doplňujícími bezpečnostními zdroji jsou speciální UPS, které se automaticky přepínají se základním nebo bezpečnostním zdrojem v rozvaděči zdravotnického oddělení se zdravotnickými prostory skupiny 2.

Norma IEC 60364-7-710 definuje, u kterých zařízení a v jakém čase musí být zajištěno obnovení napájení (přepnutí na bezpečnostní nebo doplňující bezpečnostní zdroj) v případě výpadku základního napájení.

Obnovení napájení do 0,5 s z doplňujících bezpečnostních zdrojů je nutné pro

- operační svítidla a další důležité osvětlení obdobného charakteru, např. endoskopy a
- zdravotnické elektrické přístroje podporující životní funkce.

Doplňující bezpečnostní zdroj musí zajistit napájení výše uvedených elektrických zařízení po dobu minimálně 3 hodin.

Obnovení napájení do 15 s z bezpečnostních zdrojů je nutné pro

- osvětlení únikové cesty,
- osvětlení značek východu (piktogramy),
- hlavní rozvodny budov,
- místnosti důležité pro provoz (alespoň jedno svítidlo musí být napájeno z bezpečnostního zdroje),
- místnosti skupiny 1 (alespoň jedno svítidlo musí být napájeno z bezpečnostního zdroje) a
- místnosti skupiny 2 (alespoň 50% svítidel musí být napájeno z bezpečnostního zdroje).

Obnovení napájení nad 15 s z bezpečnostních zdrojů je nutné pro

- přístroje pro sterilizaci,
- technické instalace (např. klimatizace, topení, odpad, chlazení),
- kuchyně a
- nabíječky baterií.

Systém MEDICS®

Komplexní řešení pro řízení a monitorování elektrických sítí ve zdravotnických zařízeních

Koncepce systému MEDICS® s využitím technologie sběrnic

Systém MEDICS® vyuvinula firma Bender ve spolupráci s lékaři a zkušenými projektanty na základě nejnovějších vědeckých poznatků. Systém zajišťuje maximální bezpečnost a současně výrazně přispívá k úspoře nákladů a času při instalaci, provozu a údržbě.

Přednosti na první pohled:

- Rychlá a pohodlná kontrola, sledování a dálkové zobrazování elektrických funkcí pomocí sběrnic (dvouvodičového vedení)
- Snížení rizika požáru použitím menšího počtu kabelů
- Snížení montážních nákladů a času snížením počtu svorek
- Vyšší flexibilita při rozšiřování nebo změnách aplikace
- Zjednodušené projektování vlivem přehledné struktury projektu

Systém tvoří soustava technických subsystémů, které řeší problémy a požadavky maximální bezpečnosti popsáne v předchozí kapitole. Subsystémy mezi sebou mohou komunikovat pomocí interních sběrnic BMS nebo externích sběrnic BCOM. Speciální převodníky umožňují komunikaci se standardními komunikačními prostředky jako jsou PC nebo PLC.

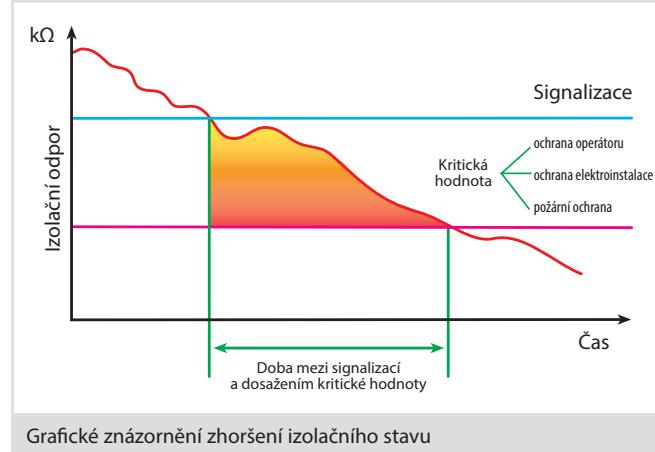
Jednotlivé subsystémy lze rozdělit následovně:

- Monitorování izolačního stavu zdravotnických IT sítí
- Signalizace kritických stavů zdravotnických IT sítí
- Lokalizace poruch izolace
- Monitorování reziduálních proudů v TN sítí
- Přepínání základního a bezpečnostního napájení
- Komunikace systému MEDICS®

Subsystémy jsou zcela autonomní a mohou být ve zdravotnických zařízeních instalovány samostatně nebo ve zcela individuálních vzájemných kombinacích.

Monitorování izolačního stavu IT sítí a signalizace kritických stavů

Trvalé monitorování zajišťuje (podle ČSN 33 2000-7-710, IEC 60364-7-710), že jakékoliv zhoršení izolačního stavu pod stanovenou hranici je signalizováno, aniž by došlo k odpojení napájení.



Zdravotnickou IT síť ve zdravotnických prostorech tvoří

- ochranný oddělovací transformátor ES710/...
- monitorovací zařízení (hlídka izolačního stavu) IR427, isoMED427P s měřicím transformátorem pro měření zatížení STW2 a
- zařízení pro signalizaci a testování kritických stavů MK7, MK2430, CP305, CP907, CP915 a CP924 panely.

Příklad řešení monitorování izolované soustavy ve zdravotnických prostorech naleznete v následujících příkladech aplikace.

Ochranný oddělovací transformátor

Ochranný oddělovací transformátor plní především oddělovací funkci a tvoří tak základní stavební kámen zdravotnické IT sítě. V souladu s IEC 60364-7-710 by jmenovitý výkon transformátoru neměl být menší než 3,15 kVA a větší než 8 kVA. Norma doporučuje používat jednofázové transformátory. Sekundární napětí by nemělo překročit hranici 250 V AC a to i při použití třífázového transformátoru.

Firma Bender dodává jednofázové a třífázové oddělovací transformátory řad ES, DS a ESL. Z technických a ekonomických důvodů jsou přednostně používány transformátory řady ES710/...-GL. GreenLine transformátory se vyznačují nižší hlučností, velmi nízkými náběhovými proudy a menšími ztrátami v železe a tedy nižším oteplením.

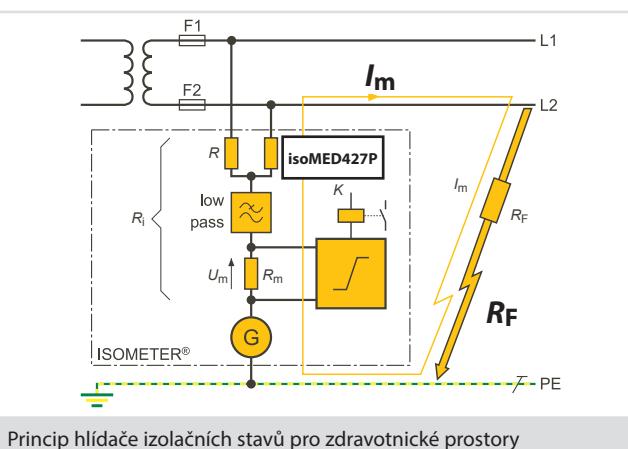
Monitorovací zařízení

Monitorování zajišťuje hlídka izolačního stavu pro zdravotnický isoMED427(P) nebo IR427 nebo ATICS-ISO, který je zapojen mezi síť a zemí a trvale vyhodnocuje stav izolačního odporu metodou AMP. Tato metoda umožňuje přesnou a spolehlivou indikaci úrovně izolačního odporu i v obvodech se stejnosměrnou složkou.

Hlídače izolačního stavu monitorují kromě izolačního stavu i zatížení (prostřednictvím měřicího transformátoru STW2) a teplotu oddělovacího transformátoru (IEC 60364-7-710) a chrání tak IT síť před přetížením.

Obecně musí hlídač izolačního stavu pro zdravotnictví splňovat následující parametry:

- Vnitřní impedance musí být minimálně $100\text{ k}\Omega$
- Testovací napětí nesmí překročit 25 V DC
- Testovací proud nesmí být větší, než 1 mA DC
- Výstražný signál musí být iniciován při snížení izolačního odporu na hodnotu $50\text{ k}\Omega$
- Přístroj musí mít vlastní autotest
- Doporučuje se, aby byl schopen indikovat vlastní odpojení od země nebo od napájení



Princip hlídače izolačních stavů pro zdravotnické prostory

Signalizační a testovací zařízení

Nedílnou součástí monitorování IT sítě je indikační zařízení. Podle normy ČSN 33 2000-7-710, IEC 60364-7-710 musí toto zařízení opticky a akusticky signalizovat snížení izolačního odporu na nastavenou hodnotu, musí umožňovat autonomní testování příslušného hlídače izolačního stavu a resetování akustické signalizace a signalizovat přetížení nebo přehráti vinutí ochranného oddělovacího transformátoru.

Indikační zařízení se umísťuje do operačních sálů, do místnosti sester popř. k technikovi.

Firma Bender dodává signalizační zařízení řady MK7, CP305. Funkci signalizace mohou plnit i multifunkční dotykové panely CP907, CP915 CP924.

Monitorování izolačního stavu IT sítí a signalizace kritických stavů

K zajištění bezpečného a spolehlivého napájení životně důležitých elektrických přístrojů a zařízení v nemocnicích a dalších zdravotnických zařízeních je mimo jiné nezbytné, aby napájení bylo vedeno minimálně ze dvou nezávislých zdrojů (např. z veřejné sítě, z generátoru a popřípadě baterií). Při tomto způsobu napájení je výrazně omezen vliv výpadku nebo poruchy veřejné sítě na funkci zdravotnických přístrojů, které mohou ohrozit zdraví nebo životy pacientů.

Normy ČSN 33 2000-7-710, IEC 60364-7-710 stanoví:

- Charakteristiku přepínacího zařízení
- Způsob a rozsah monitorování funkcí přepínacího zařízení
- Typ bezpečnostního zdroje
- Interval přepínání základního a bezpečnostního zdroje

Technické řešení přepínání napájecích soustav a monitorování přepínacího zařízení

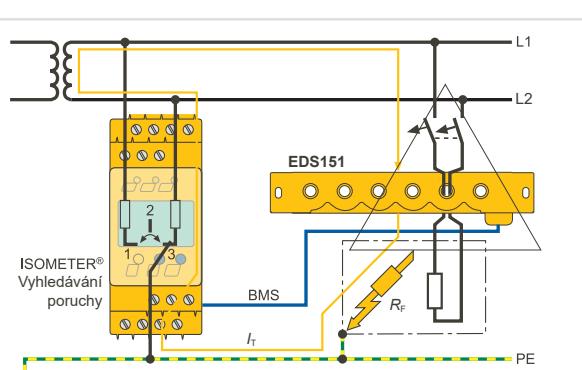
Pro přepínání dvou nezávislých přívodů vyvinula firma Bender systém ATICS®, který slouží k přepínání základního a bezpečnostního nebo doplňujícího bezpečnostního napájení. K dispozici je jak dvoupólové, tak čtyřpólové provedení. Tento přepínač trvale monitoruje přítomnost napětí na všech přívodních vodičích i na výstupu přepínací jednotky. V případě poklesu napětí o nastavenou hodnotu na libovolné fázi základního přívodu přepínač automaticky přepne na druhý přívod. Při opětovném obnovení napětí na základním přívodu přepínač po nastaveném zpoždění přepne zpět do základní polohy. Výhodou systému je možnost jednoduché manuální obsluhy systému přepínače pomocí šestihraného klíče. Prostřednictvím měřicích prourových transformátorů je monitorováno zatížení výstupu modulu i zatížení oddělovacího transformátoru. Systém je vybaven výstupními kontakty, které lze využít pro signalizaci na dveřích rozvaděče a také sběrníc, která umožňuje přenos dat na signalizační panely řady MK, CP305 a CP9xx nebo na centrální dispečink nemocnice. Dvoupólová verze v provedení -ISO navíc obsahuje vestavěný hlídač izolace pro jednu izolovanou soustavu a generátor systému pro lokalizaci poruchy izolace.

Systém pro lokalizaci poruch izolace

Použití monitorované zdravotnické IT sítě ve zdravotnických prostorách umožňuje spolehlivé napájení lékařských přístrojů i v případě první poruchy sítě. Vlastní lokalizace (vyhledání místa poruchy) však může být v některých případech obtížné a zdlouhavé zvláště na JIP, kde je mnoho elektronických přístrojů, které trvale zajišťují a monitorují životní funkce pacientů. Porucha tak zůstává neodstraněna a každá další porucha by mohla v IT sítí způsobit odpojení životně důležitých přístrojů a zařízení od napájení.

Systém pro lokalizaci poruch EDS151 nebo EDS441/EDS461/EDS491 od firmy Bender dokáže spolehlivě a rychle lokalizovat vzniklou poruchu a umožnit její rychlé odstranění.

Princip lokalizace poruchy je založen na mžkovém uzavření testovacího proudu v obvodu přes definovaný odpor a je znázorněn na obrázku.



Princip lokalizace poruchy v IT sítí

Technické řešení principu lokalizace

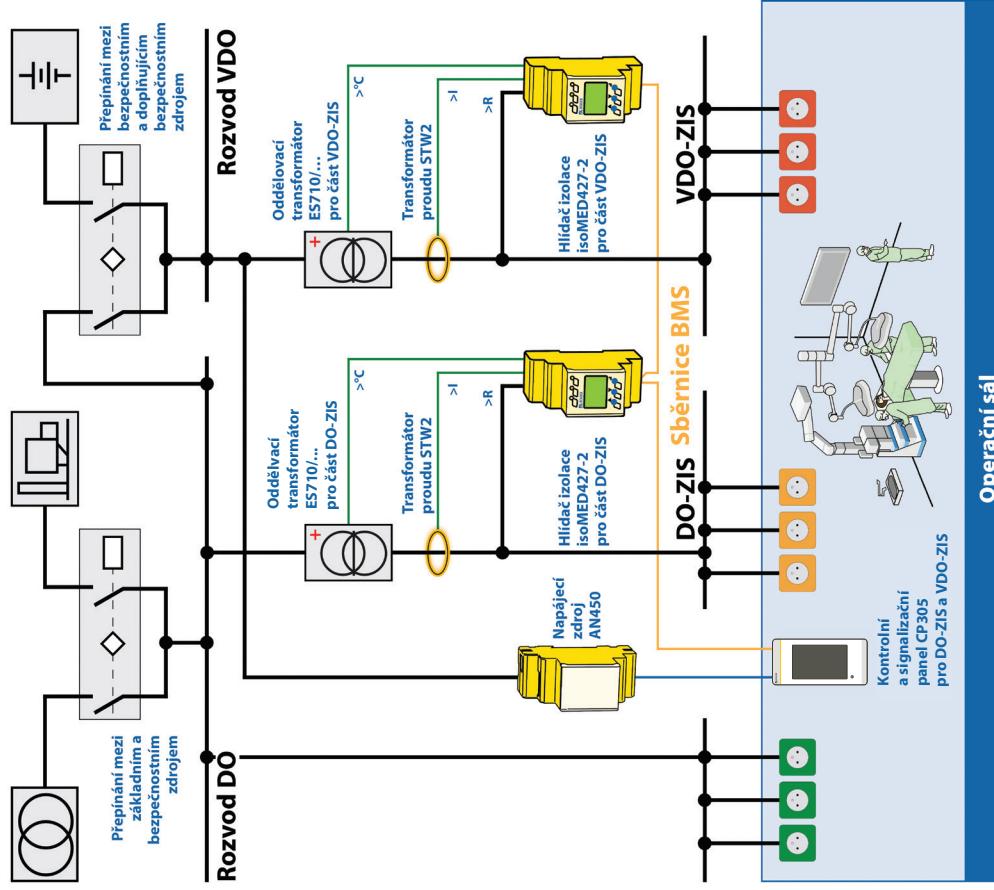
Přístroj EDS151 spolupracuje s automatickým přepínačem sítí ATICS-ISO nebo hlídačem izolačního stavu isoMED427P. Jakmile monitorovací jednotka identifikuje poruchu v IT sítí, vysílá automaticky signál, který aktivuje zařízení EDS a zahajuje proces lokalizace poruchy. Vestavěný generátor integrovaný v hlídaci izolace isoMED427P nebo přepínači sítí ATICS-ISO začíná okamžitě periodicky generovat testovací proudové signály. Amplituda i šířka testovacích signálů jsou přesně definovány. Signál prochází celou monitorovanou sítí (z hlídace izolace isoMED427P přes aktivní vodiče do místa poruchy a přes PE vodič zpět do hlídace izolace). V místě poruchy naměří proudový transformátor reziduální proud úměrný testovacímu signálu. Ostatní měřicí transformátory, jejichž subobvod nevykazuje poruchu, reziduální proud neměří.

Vlastní vyhodnocovací zařízení EDS151 skenuje po celou dobu aktivace systému jednotlivé měřicí transformátory a vyhodnocuje naměřené hodnoty. V případě indikace reziduálního proudu signalizuje zařízení konkrétní měřicí transformátor, který vykázal poruchu a tím i místo poruchy.

Centrální řídicí jednotka (signalizační panel se sběrnicí - MK2430 nebo dotykové panely CP305 a CP9xx) umožňuje řídit vyhodnocovací jednotky EDS a centrálně vyhodnocovat a zobrazovat data z těchto jednotek.

Systém MEDICS - Příklad aplikace 1

Systém bez sběrnice se samostatnou signalizací izolovaných soustav



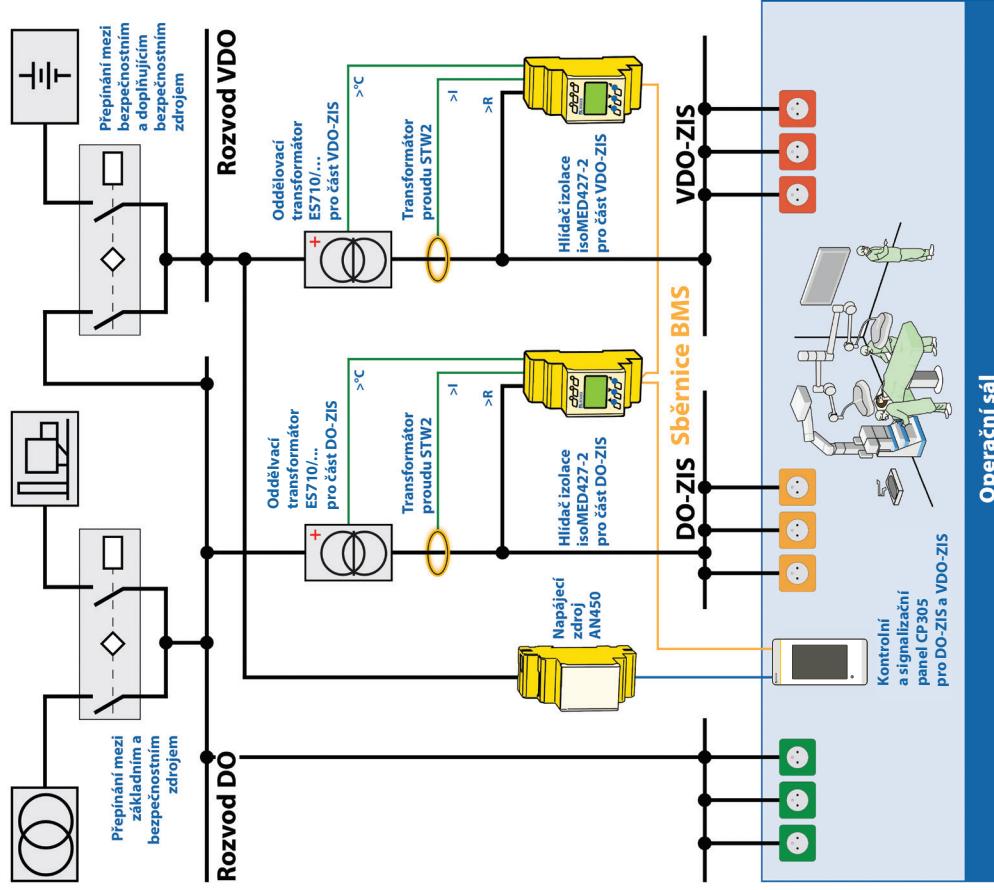
Systém je vhodný pro malé ambulance a zdravotnická zařízení s malým počtem izolovaných soustav, kde současně není požadavek na centrální signalizaci poruch na vhodném místě nebo dispečinku.

Pro monitorování izolačního stavu slouží přístroje IR427.

Systém je bez sběrnice, pro optickou a akustickou signalizaci poruch a spuštění testu hlídače izolace se používají panely MK7. Chybová hlášení každé ZIS ze paralelně signalizacích panelů MK7. Na jednom signalizačním panelu není možné zobrazit hlášení z více hlídačů izolace.

Systém MEDICS - Příklad aplikace 2

Sběrnicový systém bez vyhledávání místa poruchy izolace



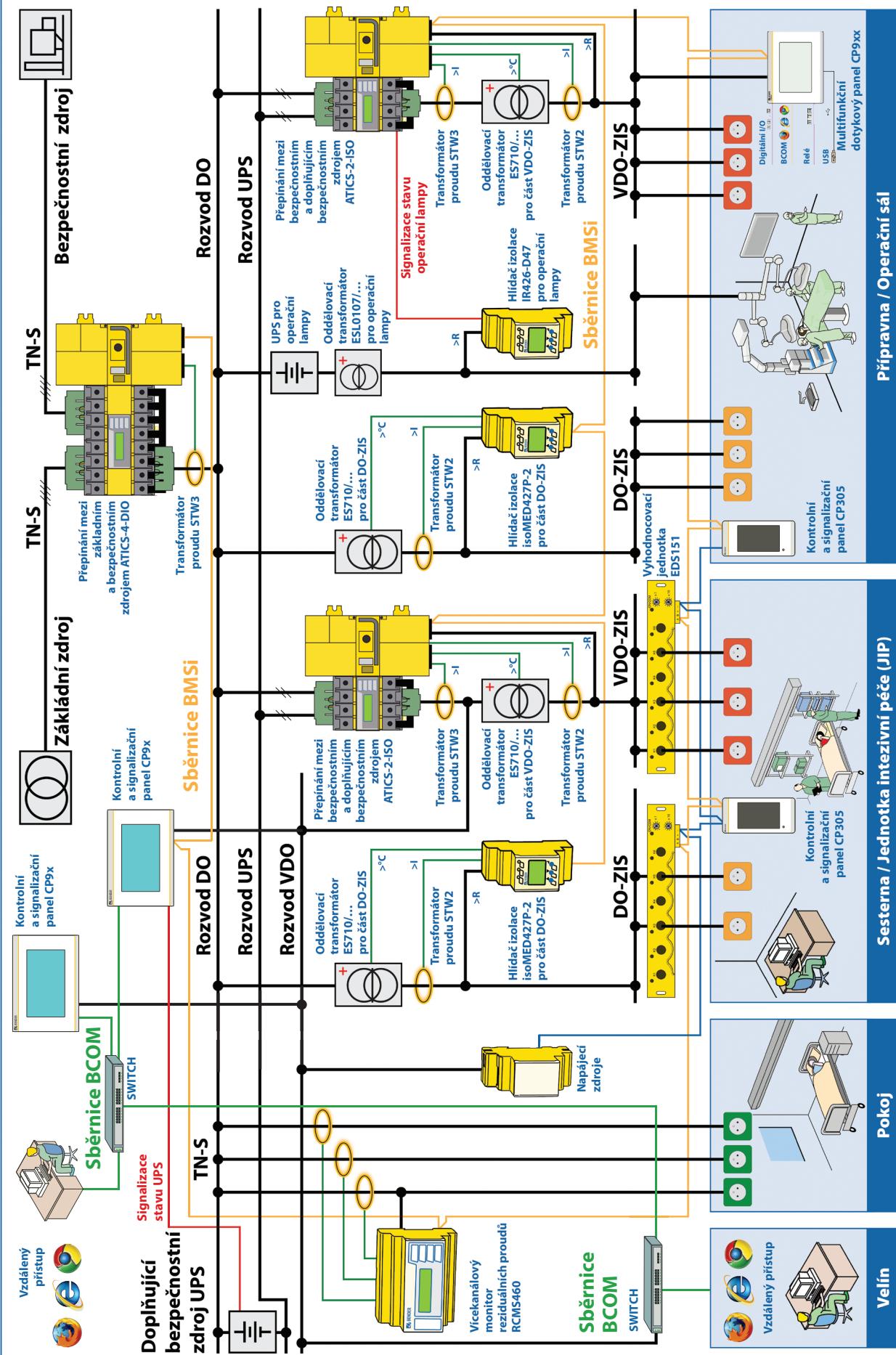
Tento systém je vhodný pro středně velká a velká zdravotnická zařízení, kde je větší počet izolovaných soustav na jednom oddělení. Umožňuje splnit požadavek na centrální signalizaci poruch na vhodném místě nebo dispečinku.

Pro monitorování izolačního stavu bez lokalizace místa poruchy slouží přístroje IsoMED427-2.

V tomto systému se sběrnici se pro optickou a akustickou signalizaci poruch a spuštění testu hlídače izolace používají panely typu MK2430 a díky kovové panely CP305 a CP9xx. Chybová hlášení ze paralelně signalizovat až na 90 dalších míst, kde jsou nainstalovány uvedené panely. Na jednom signalizačním panelu typu MK2430, a díky kovových panelech řady CP305 a CP9xx je možné zobrazit hlášení z více hlídačů izolace.

Systém MEDICS - Příklad aplikace 3

Kompletní sběrnickový systém s vyhledáváním poruch izolace a přenosem dat nevelín.



Popis příkladu aplikace 3

Tento systém je vhodný pro středně velká a velká zdravotnická zařízení, kde je větší počet izolovaných soustav na jednom oddělení. Umožňuje také splnit požadavek na centrální signalizaci poruch na vhodném místě nebo dispečinku. Umožňuje také aktivně monitorovat a přepínat jednotlivé přívody MDO, DO a VDO napájení pomocí přepínačů sítí řady ATICS a o stavu těchto přívodů informovat zdravotnický a technický personál.

Pro monitorování izolačního stavu se využívá přístroj isoMED427P-2 nebo speciálního provedení přepínačů sítí ATICS s vestaveným hlídačem izolace ATICS-2-ISO.

V tomto systému se sběrnici se pro optickou a akustickou signalizaci poruch a spuštění testů hlídačů izolace používají panely typu MK2430 a dotykové panely CP305 a CP9xx. Chybová hlášení lze paralelně signalizovat až na 90 dalších míst, kde jsou nainstalovány uvedené typy panelů. Na jednom signalizačním panelu typu MK2430 a dotykovém panelu řady CP305 nebo CP9xx je možné zobrazit hlášení z více hlídačů izolace a přepínačů sítě ATICS.

Vyhodnocovací jednotka EDS151 systému lokalizace poruchy izolace umožňuje přesně nalézt obvod s poruchou izolačního stavu a to během několika sekund po vzniku poruchy. Systém tak přesně určí, který okruh zásuvek vykazuje v daný okamžik závadu. Vhodná aplikace pro použití tohoto systému jsou oddělení JIP a ARO, kde je velmi často některý z pacientů odkázán na podporu životně důležitých funkcí pomocí lékařských přístrojů.

Vícekanálové monitory reziduálních proudů řady RCMS lze využít pro monitorování instalací TN-S a trvalé měření zhoršení izolačního stavu na těchto instalacích. Další využití monitorů RCMS může být pro monitorování přívodů napájení operačních svítidel.

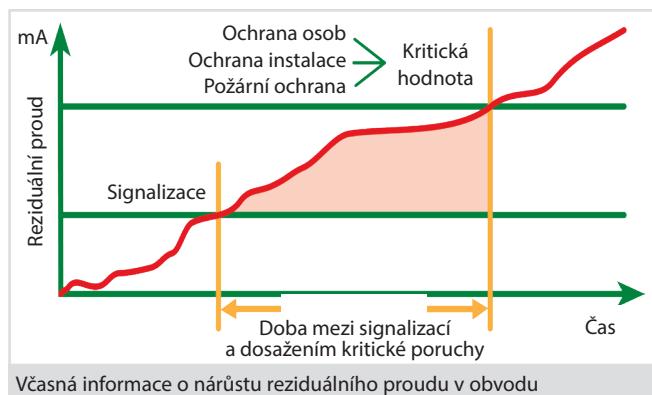
Vzhledem k tomu, že celý systém pracuje za pomoci dvouvodičové sběrnice RS-485 s protokolem BMS, umožňuje tento systém např. signalizovat na jednotlivých signalizačních panelech MK, CP305 a CP9xx také informace o stavu doplňujícího bezpečnostního zdroje. S výhodou lze pro tuto signalizaci využít digitální vstupy panelů MK2430-11 nebo CP305 a CP9xx.

V současné době je požadavek na centralizaci dat velice častý a vhodný, zvláště z toho důvodu, aby zdravotnický personál mohl vykonávat svoji hlavní funkci, kterou je starost o pacienta. K tomuto účelu lze využít prevodníky sběrnice, jako je např. COM465IP, převádějící data z BMS sběrnice na protokol Modbus/TCP. Odtud je pak možné data zobrazit ve standardních webových prohlížečích nebo vytvořit zákaznickou vizualizaci celého systému.

Systém monitorování reziduálních proudů v TN-S sítích

I ve zdravotnických zařízeních je nezbytné vedle zdravotnické IT sítě používat pro napájení vybraných prostor a zařízení rovněž TN sítě. Aby se minimalizovaly všechna rizika vyplývající z používání tohoto napájení, vyžaduje norma IEC 60364-7-710 použít za hlavním rozvaděčem pětvodičovou TN-S síť a dále doporučuje trvale monitorovat izolační stav této sítě.

Jako monitorovací zařízení se využívají přístroje RCM (Residual current monitors), monitory reziduálních proudů, které na rozdíl od běžných proudových chráničů dokáží indikovat reziduální proud v monitorovaném obvodu již při velice nízké hodnotě, aniž by došlo k nežádoucímu odpojení obvodu v důsledku překročení nastavené meze proudového chrániče. Toto včasné varování umožňuje přijmout opatření k zajištění opravy, náhradního napájení nebo jiného náhradního řešení.



Systém je modulární a může monitorovat reziduální proudy v několika proudových smyčkách TN-S sítě. Základními komponenty jsou monitory reziduálních proudů řady RCMS460 nebo 490 a externí měřicí proudové transformátory řady CTAC, CTUB, WS, WR. Kromě těchto komponent je možné systém začlenit do systému sběrnice BMS a alarmová hlášení zobrazit na příslušných panelech MK2430, CP305 nebo CP9xx panelech, případně přenést pomocí prevodníků např. COM465IP na centrální dispečink. Příklad použití těchto přístrojů naleznete také v popisu Příklad aplikace 3.

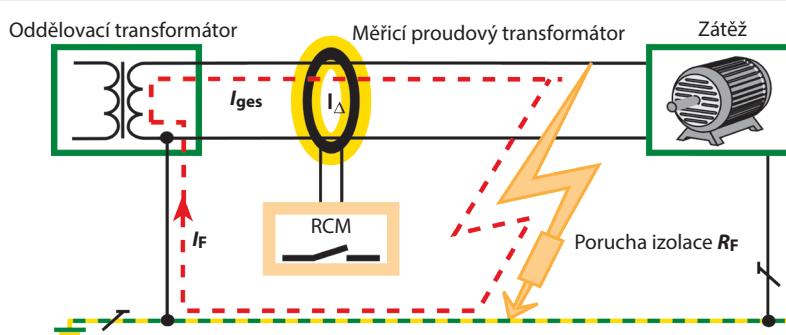
Princip monitorovaní reziduálních proudů

Princip monitorování reziduálních proudů je založen na snímání rozdílu vstupního a výstupního proudu zátěže, které je zajišťováno velice citlivým proudovým transformátorem. Princip je znázorněn na následujícím obrázku.

Technické řešení principu monitorování reziduálních proudů

K monitorovací a vyhodnocovací jednotce RCMS460 nebo RCMS490 lze připojit 1 až 12 proudových transformátorů proudu, které snímají proudy na všech vodičích specifické zátěže (vodič PE nesmí transformátorem procházet). V bezporuchovém stavu je součet vstupního a výstupního proudu nulový. V případě poruchy izolace však začíná přes zátěž téct reziduální proud do PE vodiče. Primárním obvodem proudového transformátoru začne protékat nenulový rozdílový proud, jehož odezvu v sekundárním vinutí vyhodnotí připojený monitor RCMS. Určí, která proudová smyčka vykazuje poruchu a vyšle signál do nadřazené řídící jednotky, popř. v případě autonomního provozu rozsvítí příslušnou alarmovou signalizaci.

Signalizační panely MK2430, CP305 nebo CP9xx umožňují řídit vyhodnocovací jednotky RCMS a data z nich centrálně vyhodnocovat a zobrazovat.

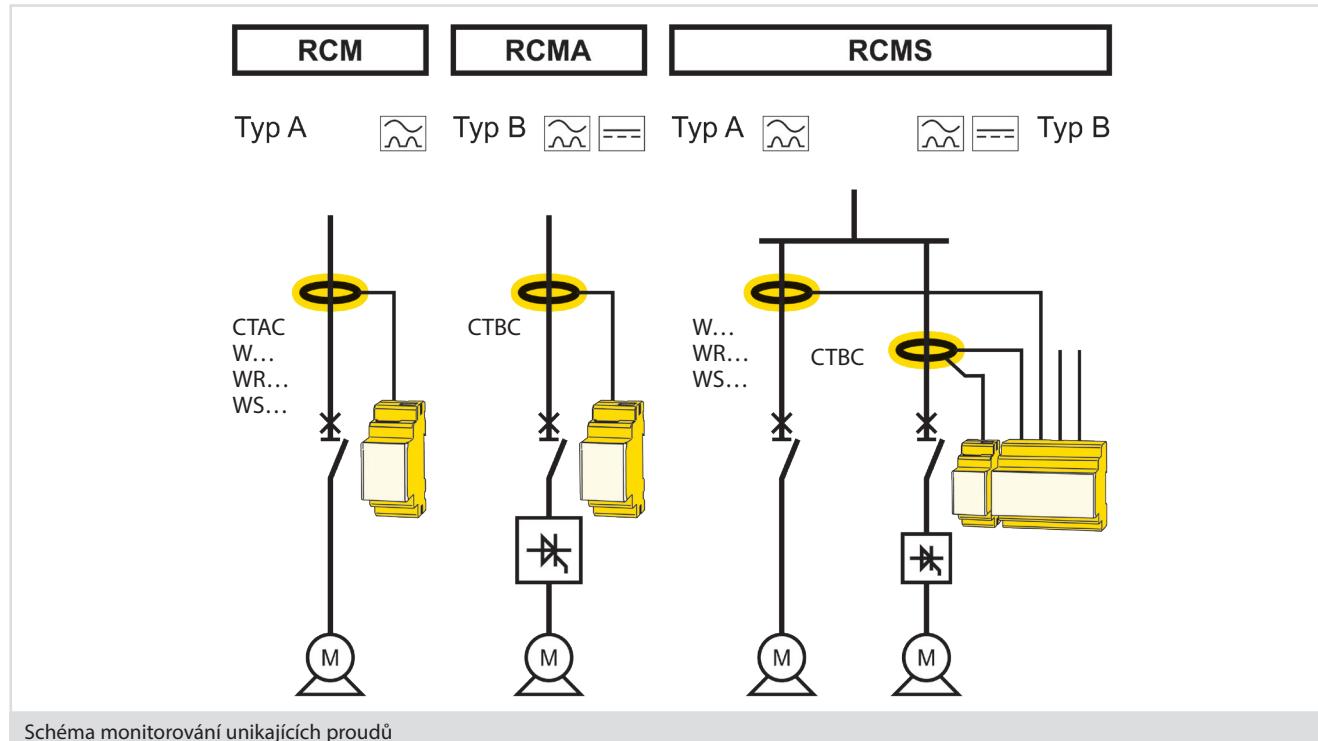


Princip monitorování reziduálních proudů

Hlavní přednosti systému RCMS

- Detekce a indikace úrovňě reziduálních proudů před nežádoucím neočekávaným odpojením, prevence požární bezpečnosti a poškození majetku
- Možnost monitorování rozsáhlých sítí z jednoho centrálního pracoviště
- Individuální nastavení dle požadavků soustavy

Pro bližší informace si vyžádejte katalog "Průmyslové aplikace BENDER".



Principy komunikace systému MEDICS po sběrnici BMS

BMS sběrnice

Sběrnice BMS (Bender Measuring Device Interface) je řešení firmy Bender umožňující optimální výměnu dat mezi přístroji Bender. Využívá rozhraní RS-485 a speciální protokol pro přístroje firmy Bender. Sběrnice BMS periodicky přenáší informace o poruchách a stavové informace. Kromě toho tato sběrnice umožňuje přenos nastavení přístrojů nebo změny parametrů jednotlivých zařízení a dalších řídicích signálů.

Princip MASTER/SLAVE

Sběrnice BMS pracuje na principu MASTER/SLAVE, tedy jedno zařízení pracuje jako MASTER a všechna ostatní jako SLAVE. V jednom sběrnicovém systému BMS může být pouze jeden MASTER. MASTER v cyklických intervalech vysílá dotazy na všechna zařízení typu SLAVE na sběrnici, sleduje jejich signály a přenáší jejich případné pokyny. Během jednoho cyklu může přístroj v režimu SLAVE dočasně převzít funkci MASTER.

Pro správnou identifikaci zařízení na sběrnici musí mít každý přístroj přiřazenu jedinečnou adresu. Adresa 1 je vždy vyhrazena pro MASTER.

Kabely a jejich délky (BMSi)

Základním omezuječím parametrem sběrnice RS-485 je její délka 1 200 m. Pokud je sběrnice delší, je nezbytné použít zesilovače DI-1DL. Pro interní sběrnici se doporučuje použít stíněný kabel. Vhodný je např. typ J-Y(St)Y 2x2x0,8.

Počet zařízení připojených na jednu BMS sběrnici je omezen na 32. Použití zesilovače DI-1DL umožňuje připojit dalších 32 zařízení.

Zakončovači odpory

Sběrnice BMS musí být zakončena na obou koncích odpory 120 Ω (0,5 W). Většina přístrojů a signalizačních panelů má vestavěný DIP přepínač pro připojení zakončovacího odporu na sběrnici. Odpor musí být připojen paralelně ke svorkám A a B. Sběrnice bez zakončovacích odporů může být nestabilní a může způsobit hazardní stav.

Adresy a adresování

Všechna zařízení připojená na BMS sběrnici musí mít přidělenou jedinečnou adresu. Adresa 1 je vždy rezervována pro MASTER. Adresa 000 je vždy rezervována pro MASTER. Adresa 000 je vždy rezervována pro MASTER. Adresa 000 je vždy rezervována pro MASTER. V současné době se využívá 150 z 255 teoreticky dostupných adres (1 Byte adresa, $2^8 = 256$). Zbývající adresy jsou rezervovány pro speciální zařízení. Ne všechny přístroje však umožňují nastavit plný rozsah teoretické adresy 1...150.

Základní pravidla při návrhu BMS sběrnice

- Každá sběrnice musí být řízena jedním přístrojem typu MASTER
- Ve sběrnicovém systému může být pouze jeden MASTER
- Každému zařízení musí být přidělena jedna adresa
- Jedna adresa nemůže být použita pro více zařízení
- Sběrnice musí být na obou koncích zakončena odporem 120 Ω
- Délka kabelu sběrnice bez zesilovače nesmí přesáhnout 1200 m
- Počet zařízení na sběrnici bez zesilovače nesmí být větší než 32
- Sběrnice musí být navržena se správnou topologií - nesmí se větvit ani uzavřít do kruhu
- Stínění sběrnicového kabelu J-Y(St)Y 2x2x0,8 musí být uzemněno pouze na jednom konci

Proces dotazování všech zařízení připojených na sběrnici BMS

Během normálního pracovního cyklu se MASTER dotazuje na všechny adresy na informace o poruchách. Jestliže tato informace na dané adrese existuje, dochází k dotazování na všech kanálech daného zařízení.

V dalším kole probíhá dotazování na počet provozních hlášení. Pokud toto hlášení existuje, opět probíhá dotazování na provozní hlášení v jednotlivých kanálech daného zařízení.

Kromě toho každou druhou sekundu jsou dotazována všechna zařízení typu SLAVE, zda nedošlo k jejich odpojení přes vysílací adresu 0. To zajišťuje, že nové hlášení o poruše na sběrnici může být dostupné nejpozději za 2 sekundy.

Technické údaje BMS sběrnice

Charakteristika hardwaru

Připojení	poloviční duplex
Komunikace	master/slave
Počet uzlů	≤ 32
Přenosová rychlosť	9 600 bitů/s
Délka kabelu	≤ 1200 m
Kabel: Kroucený pár, jedna strana stíněná připojena k PE	doporučený: J-Y(St)Y min. 2x0,8
Zakončovací odporník	120 Ω (0,5 W), nebo interní přepínač

Softwarové parametry

Přenosová rychlosť	9,6 kbaud/s
Přenos informace	1 start bit, 7 data bitů, 1 paritní bit, 1 stop bit
Parita	sudá
Kontrolní součet	0 (bez CR a LF)
Přenos dat	s ASCII znaky

BS sběrnice a BB sběrnice

BS sběrnice je modernizovaný komunikační protokol, který vychází z protokolu BMS. Oproti protokolu BMS nabízí jednodušší vytváření podsítí, nebo cílené adresování chybových a systémových hlášení.

BB sběrnice je variantou BS sběrnice. Obě sběrnice jsou z komunikačního hlediska totožné. Rozdíl spočívá v hardwarové realizaci. BS sběrnice propojuje přístroje dvoužilovým kabelem jako u BMS. Pokud jsou ale kompatibilní přístroje v rozvaděči vedle sebe, lze je namísto kabelu propojit v zadní části propojovacími prvky s konektory, které pak budou skryty v DIN liště. Toto propojení se označuje jako sběrnice BB. Tento způsob komunikace naleznete u přístrojů iso685, EDS44x a IOM440.

Kromě komunikačních kontaktů poskytuje BB sběrnice také kontakty napájecí, což umožňuje napájet omezený počet přidružených přístrojů z jednoho řídícího přístroje. Hlídač izolačního stavu s generátorem testovacích pulzů pro lokalizaci poruchy izolace iso685-P může například napájet, ovládat a nastavovat vyhodnocovací jednotku lokalizace poruchy EDS44x, která je na DIN liště hned vedle něj. Rozšiřují se tak možnosti pro individuální sestavování kompletního řešení na míru monitorované sítě.

Kompatibilita s BMS sběrnici

Novější přístroje, které podporují sběrnici BS/BB, lze bez dodatečného nastavování standardně propojit s přístroji, které komunikují po sběrnici BMS. Omezení spočívá pouze v možnostech řízení a nastavování nových funkcí BS/BB přístrojů prostřednictvím přístrojů komunikujících pouze BMS sběrnici.

Komunikace s vnějším prostředím

Protokoly BMS a BS/BB slouží výhradně pro komunikaci mezi přístroji Bender. Pro komunikaci s vnějším prostředím v oblasti automatizace je třeba doplnit instalaci o převodníky, které umožní přístup prostřednictvím otevřených komunikačních protokolů Modbus/RTU, PROFIBUS, Ethernet, nebo například Modbus/TCP nebo PROFINET. Vhodnými přístroji pak jsou zařízení COM465IP, COM465DP, CP9xx.

PROFIBUS

Profibus je rychlý otevřený sběrnicový systém rozšířený v oblasti průmyslové automatizace. Je definován mezinárodními normami (IEC61158 a EN 50170) a bývá provozován ve třech verzích:

- PROFIBUS FMS (Field message Specification)
- PROFIBUS PA (Process Automation)
- PROFIBUS DP (Decentralized peripherals)

Převodník protokolu COM465DP podporuje verzi Profibus DP. V tomto případě centrální řídící jednotka komunikuje s decentralizovanými vstupními a výstupními moduly přes rychlé seriové spojení. Pro řízení je nezbytný Profibus MASTER.

JBUS/MODBUS

Otevřený seriový komunikační protokol založený na principu MASTER/SLAVE. Je snadno implementovatelný na jakékoli sériové rozhraní. Protokol Modbus byl původně určen pro sítové řídící systémy, ale dnes je více a více využíván pro propojení vstupních a výstupních modulů. Díky nízké přenosové rychlosti (max. 57,6 kbit/s) je Modbus specificky určen pro systémy s omezeným počtem uzlů nebo pro časově vázané aplikace.

Převodník COM465IP umožňuje připojení zařízení s protokolem BMS ke sběrnici s protokolem Modbus/RTU a Modbus/ TCP.

ETHERNET/TCP/IP

Ethernet je velice rozšířená technologie, která je nezávislá na výrobcích technologických zařízeních, která umožňuje přenos dat rychlosťí 10, 100 nebo 1000 Mb/s. v lokálních sítích (LAN). Ethernet je klasickým systémem mezi sběrnicovými systémy a stal se do určité míry standardem ve světě IT.

Převodníky protokolu COM465IP a CP9xx umožňují převést BMS protokol na systém Ethernet využívající TCP/IP. Tyto brány v sobě integrují kompletní webový server a umožňují jednoduché řízení a sběr dat ze všech přístrojů Bender s protokolem BMS do osobního počítače.

Modbus/TCP

Pomocí tohoto rozhraní umožňují převodníky COM465IP, COM465DP a CP9xx zobrazit data z interní i externí sběrnice na všech počítačích s webovým prohlížečem s aplikací Silverlight. Systém umožňuje zobrazení všech alarmových hlášení a naměřených hodnot. Přenosová rychlosť portu je 10 nebo 100 Mbit/s. Tímto způsobem je pak možné zpracovat také individuální zákaznickou vizualizaci např. na dotykovém panelu.

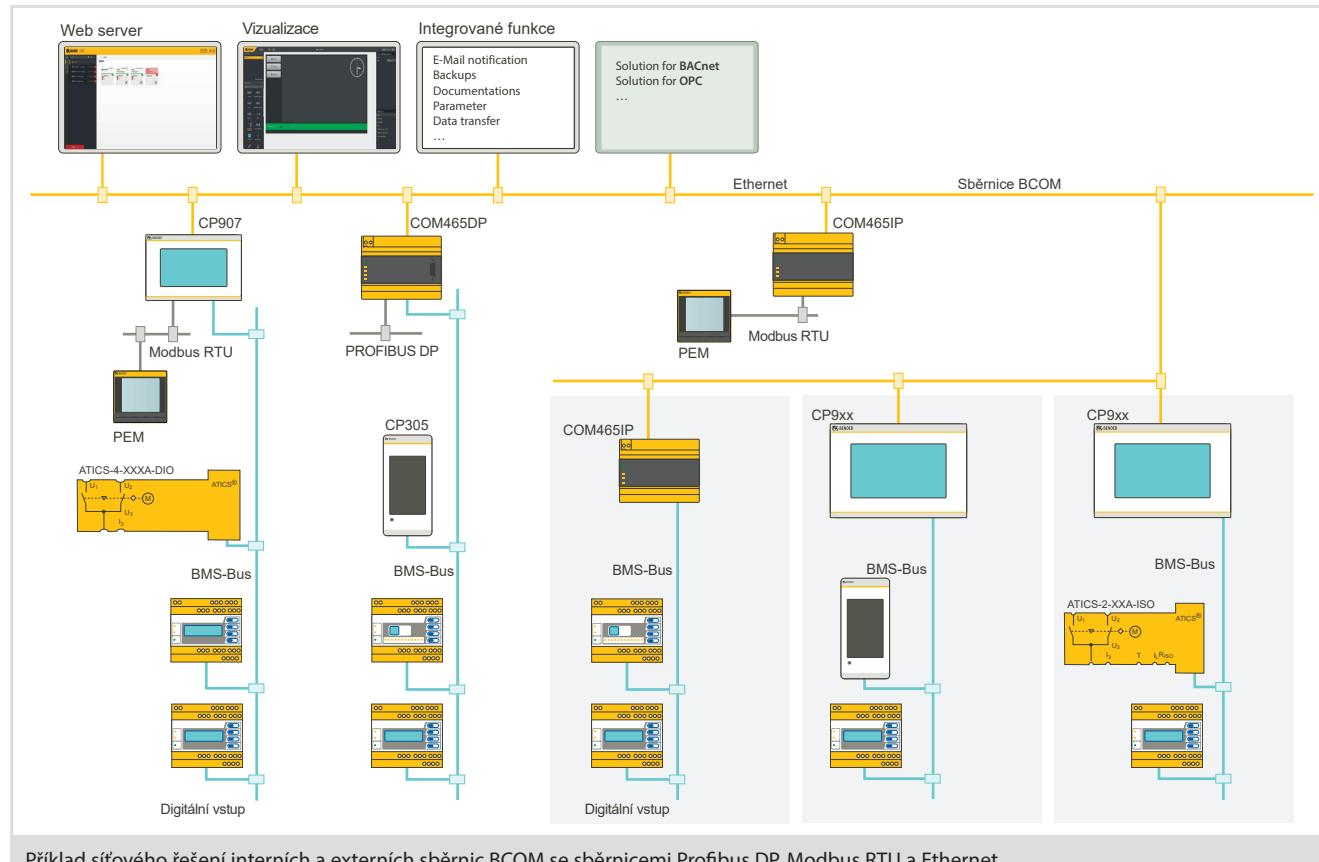
Interní BMS

Sběrnicové systémy BMS mohou být vzájemně propojovány do jednoho celku. Toto propojení je možné přes přístroje COM465IP nebo CP9xx panely. Tyto přístroje (COM465IP nebo CPxx panely) pak komunikují vzájemně mezi sebou přes sběrnici BCOM a zprostředkovávají tak komunikaci mezi subsystémy BMSi.

Komunikační sběrnice BCOM

Protokol pro komunikaci mezi zařízeními Bender prostřednictvím sítě založené na IP (internetový protokol), na standardním Ethernet hardwaru, protokolu TCP/IP nebo UDP/IP a dalších standardizovaných síťových službách (DHCP, mDNS, NTP, JSON,...).

Je nezávislý na topologii komunikace, není vyžadován žádný server ani hlavní server, počet zařízení až 64 000. Komunikace mezi zařízeními Bender může probíhat paralelně s kancelářskou komunikací a používat stejnou infrastrukturu.



Příklad síťového řešení interních a externích sběrnic BCOM se sběrnicemi Profibus DP, Modbus RTU a Ethernet.

Záložní MASTER

Nejnovější typy zařízení s BMS sběrnici (např. COM465IP, COM465DP, CP9xx, RCMS a EDS) mají schopnost chovat se jako záložní MASTER. V případě, že na zařízení MASTER dojde k poruše, výše uvedený typ přístroje může asi po 60 sekundách převzít funkci MASTER a začne řídit zařízení připojené na sběrnici BMS. Když původní zařízení začne být opět funkční, přístroj předá funkci MASTER zpět tomuto zařízení. Pokud je těmto zařízením přiřazena adresa 2, pak tato zařízení mohou okamžitě převzít funkci záložního MASTERA.

Rozsah nastavení BMS adres jednotlivých přístrojů uvádí následující tabulka.

Přístroj	Interní MASTER BMS sběrnice	Rozsah adres interní BMS, BS	Rozsah adres externí BMS	BCOM / BS sběrnice*	Rozsah adres int. BS sběrnice*	Modbus RTU / TCP/ PROFIBUS DP/ PROFINET
COM465IP	■	1...150	2...99	■/-		■/■/-/■
COM465DP	■	1...150	2...99			■/■/■/■
COM463BC			2...99	■/-		
CMS460	■	1...90				
CMS460-D4	■	1...90				
CP305	■	1...90				
CP9xx	■	1...150		■/-		■/■/-/■
EDS15x		3...90				
EDS44x		2...79 (159)		- / ■	2...90	■/-/-/-
EDS46x, EDS49x	■	1...90				
IR420-D6CB		2...90				
IR427						
iso685-D, -S, -D-B, -S-B	■	1...90		■/■	1...90	■/■/-/-
iso685-P	■	1...90		■/■	1...90	■/■/-/-
isoMED427		2...90				
isoMED427P		2...90				
MK2430	■	1...150				
MK7						
RCMS150		2...90				
RCMS460x, RCMS49x	■	1...90				
SMI472		2...30				
SMO482		31...60				

***BS sběrnice** je modernizovaný protokol komunikace mezi přístroji Bender, zpětně kompatibilní se sběrnicí BMS.