

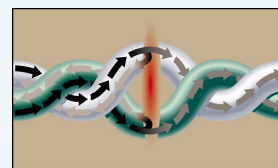
Mission Critical Solution

Mission Critical Cabling
for Mission Critical Network

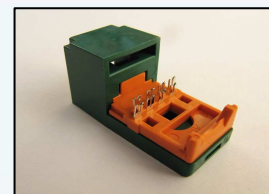
Pojmem Mission Critical je označován požadavek na plnou funkčnost systémů životně důležitých pro fungování organizace. V případě komunikační sítě se používá pojem Mission Critical Network (MCN). Co vlastně tento pojem představuje?

MCN je síť s takovým stupněm spolehlivosti, že technicky nemůže dojít samovolně k žádné poruše a systém neztrácí své přenosové vlastnosti a parametry v závislosti na čase (délce provozování) ani prostředí, ve kterém je instalován. Poruchu lze vyvolat pouze úmyslným nebo neúmyslným poškozením některé části systému. Neúmyslné poškození lze minimalizovat nebo zcela vyloučit použitím vhodných technických prostředků. Úmyslnému poškození lze zabránit pouze formou bezpečnostních a organizačních opatření s použitím potřebných technických prostředků.

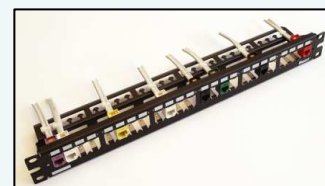
Kabely a symetrie vedení



Prvky metalické konektivity a jejich odolnost



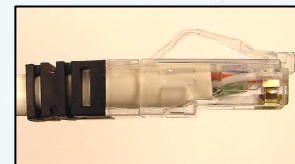
Patch Panely



Organizery kabeláže



Přípojovací kabely a ochrana konektorů



Prvky optické konektivity a jejich odolnost



MCN vyžadují komunikační systémy s cyklickým denním náběhem systému (např. banky, úřady, operační sály nemocnic ap.) i systémy s nepřetržitým provozem (řízení letového provozu, železniční dopravy, řízení procesů v chemickém průmyslu, obecně průmyslové aplikace, jaderné, vodní, tepelné, solární i větrné elektrárny atd.).

MCN kabeláž nesmí mít žádné trvalé poruchy ani dočasné provozní výpadky.

Mission Critical Cabling

Pro získání požadovaných vlastností systému se spolehlivostí třídy MCN je potřebné použít materiály, které splňují naprosto přesné technické požadavky. Rovněž i instalační technik musí dokonale zvládat technologii instalace těchto materiálů a musí mít autorizační osvědčení o tom, že splnil teoretické i praktické zkoušky jejich instalace. Technickými požadavky a materiály pro kabeláže MCN se budeme zabývat v další části.

Na začátku je potřebné stanovit základní směry a technologie pro kabeláž třídy MCN. V tomto stadiu opomineme definici kategorií a tříd linek kabelážního systému, ale budeme vycházet z používaných přenosových technologií, tj. EtherNet, FE, GE a 10GE.

První úvaha se zabývá variantami kabeláže v provedení UTP a STP nebo FTP.

U provedení STP i FTP jsou následující vysoce negativní faktory:

1. Pospojování obou variant stínění a uzemnění podléhá vlivům prostředí a po určité době (závislé na prostředí) dochází k oxidaci těchto spojů. Vlivem oxidace dochází na spojích k elektrickým přechodovým jevům. Důsledkem je stav, že stínění, které má chránit páry kabelu proti vnějšímu rušení, se stává dokonalou anténou pro příjem všech vnějších signálů i vnějších rušení.
2. Nedokonalé uzemněné stínění vytváří stejný efekt. I při dobrém uzemnění jsou často do stínění zanášeny zemnicí šумы, které mohou interferovat s přenášeným signálem. Zemnicí smyčky se mohou projevit mezi jakýmkoliv dvěma body v budově a tím poškozovat přenos. Rovněž se mohou projevovat zemnicí proudy.
3. Alfou a omegou pro kvalitu přenosových parametrů je podélná stabilita impedance páru. Čím je impedance podélně stabilnější, tím jsou přenosové parametry lepší. Vzdálenost stínění od osy páru se promítá do výpočtu hodnoty impedance páru. Dosud neexistuje žádná konstrukce kabelu, která by měla konstantní vzdálenost stínění od osy páru. Tím ovlivňuje stínění hodnotu impedance. To negativně ovlivňuje nejen podélnou stabilitu impedance, ale i ostatní přenosové parametry.

Varianta stíněné kabeláže nespĺňuje základní požadavek zachování přenosových parametrů.

Závěr:

Stíněná kabeláž tedy obecně nespĺňuje požadavky třídy MCN.

Druhá úvaha se zabývá variantami kabeláže pro jednotlivé přenosové technologie.

1. Pro **EtherNet, FE a GE** plně vyhovují UTP linky třídy D (z materiálů Cat.5), pokud budou použity takové materiály, které splní základní požadavky na třídu spolehlivosti MCN. Pokud nebude možné z jakýchkoliv důvodů (rušení, bezpečnost atd.) použít UTP kabeláž, je jedinou možností řešení s využitím optických kabelů.
2. Pro variantu **10GE** je situace podstatně komplikovanější. U přenosové technologie 10GE negativně ovlivňují přenos tzv. alien přeslechy (přeslechy od párů sousedních kabelů). Stíněnou verzi pro jejich zamezení nelze v MCN použít (viz první úvaha). Rovněž výrazná degradace podélné stability impedance způsobená stíněním vytváří opodstatněný předpoklad degradace celého přenosu na GE. Pro realizaci UTP kabeláže pro 10GE z pohledu konstrukce kabelových tras nejsou v existujících budovách potřebné prostorové a technické podmínky. Dalším negativním aspektem je ta skutečnost, že pro 10GE kabeláž dosud neexistuje konektor pro třídu MCN.

Závěr:

MCN kabeláž pro Ethernet, FE a GE můžeme realizovat v provedení UTP nebo FO.

MCN kabeláž pro 10GE můžeme realizovat pouze v provedení FO.

U obou variant je potřebné brát zřetel na nutnost použití materiálů splňujících požadavky MCN.

Kabeláže třídy MCN se obvykle dle prostředí realizují v následujících variantách:

- **normální** - pro kancelářská prostředí - v PVC nebo NH s krytím IP20
- **pro vlhká prostředí** - pro operační sály, laboratoře ap. - v NH nebo PUR s krytím IP44 a vyšším
- **průmyslové** - odolné proti vodě, olejům, chemikáliím, prašnosti, otřesům, teplotám ap. - materiály pláště dle potřebné odolnosti, krytí IP44 a výše
- **mobilní/military** - odolné proti vodě, chemikáliím, rozsah teplot od velmi nízkých po vysoké, odolnost proti velmi silným otřesům, flexibilní verze určená pro snadné přemístění, krytí až IP67

Mission Critical Cabling

2. Materiály pro kabeláž třídy Mission Critical Network - MCN

2.1. Materiály pro UTP řešení

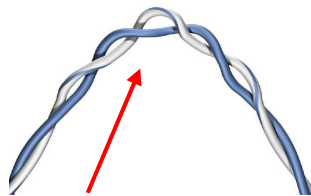
UTP kabely

Základním požadavkem je materiál vodiče. Ten musí být měděný s vysokou čistotou mědi (až 99,99%). Nelze použít vodič s nízkou čistotou mědi (asijské produkce). Z těchto produkcí se již objevily také kabely se železným nebo hliníkovým poměděným vodičem. Laik a mnohdy ani profesionál nemá šanci tento stav rozeznat.

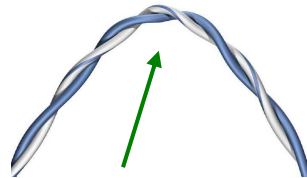
Požadované vlastnosti kabelu:

- UTP kabel Cat.5 s podélně konstantní symetrií páru, odolný proti narušení symetrie vlivem ostrých ohybů, torzního namáhání (zkrutu), axiálního namáhání i zlomu kabelu až o 180°.

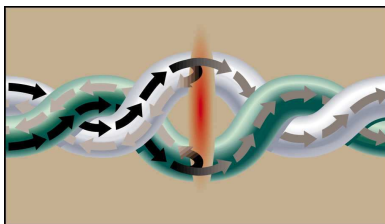
Lze realizovat pouze technologií BP (Bonded Pair - svařený pár). Plášť kabelu se volí dle prostředí ve verzích PVC, Industrial PVC, PE, NH, PUR, FEP, Flamarrest atd. Pro mobilní variantu se používají UTP kabely, které mají mimo svařený pár ještě speciální konstrukci vodiče.



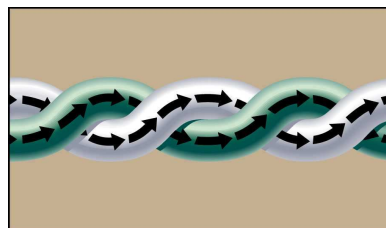
Symetrie nesvařeného páru při ohybu



Symetrie svařeného páru při ohybu



Oddělení vodičů v páru způsobí primárně lokální změnu impedance, ta má sekundárně za následek odrazy signálu a přeslechy



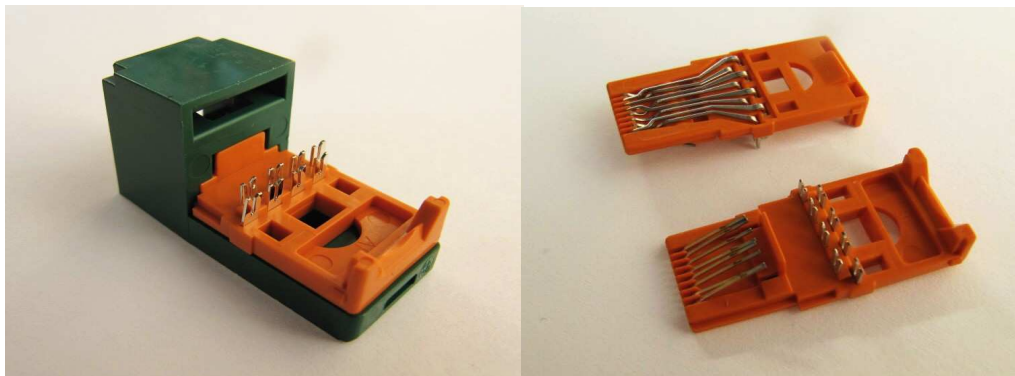
Svařený pár neumožní rozpad symetrie a přenosové parametry zůstávají zachovány

UTP Jack do Patch Panelů i do zásuvek

Požadované vlastnosti Jacku:

UTP Jack Cat. 5 s minimální změnou symetrie vedení při zářezu kabelu (max. 1,5mm), neobsahuje žádný plošný spoj (zdroj poruch), spojovací i zářezové kontakty jsou z jednoho kusu materiálu, kabel pevně fixován k tělu konektoru za plášť - nikoliv vodiče párů. Doporučená je i větší barevná škála modulů umožňující barevné rozčlenění v datovém rozvaděči. To usnadňuje správu systému.

Naprostá většina běžných Jacků obsahuje plošný spoj a zářezové i spojovací kontakty jsou do něj zapájeny nebo zalisovány do pokovených otvorů. Toto řešení bývá často zdrojem poruch a má velmi nízkou odolnost proti vlivům prostředí i chvění a otřesům. Rovněž zlacení kontaktů často nesplňuje požadavky normy.

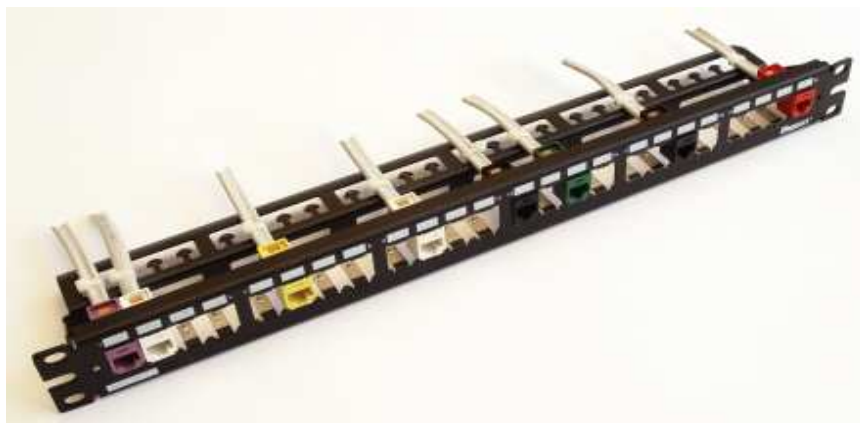


Provedení kontaktů z jednoho kusu materiálu a s minimální změnou symetrie páru

Mission Critical Cabling

Patch Panely

V MCN kabelážích se používají zásadně pouze modulární Patch Panely s vyvazovací lištou určené pro metalické Jacky dle předcházejícího odstavce. Integrované Patch Panely s plošným spojem se nepoužívají ze stejných důvodů jako obdobná konstrukce Jacků. Vyvazovací lišta umožňuje pevné fixování kabelu k Patch Panelu.



Organizery kabeláže v datovém rozvaděči

Pro uložení pracovních vedení (Patch Cordů a FO Jumperů) se v datovém rozvaděči používají hřebenové organizery 1U a 2U s odklápěcím víkem (drží na hřebenu a při manipulaci neupadne) nebo D-ring organizery. Podstatné je, aby při manipulaci nemohla některá část samovolně odpadnout a poškodit jinou součást systému.



Hřebenový organizér



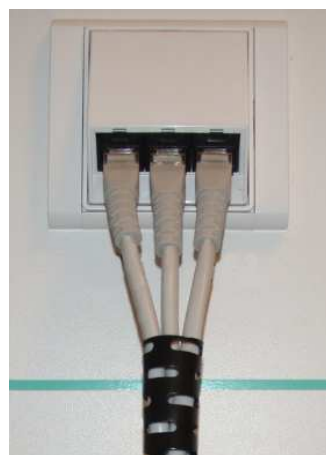
D-ring organizér

Datové rozvaděče

V MCN sítích se používají prakticky všechny varianty řešení rozvaděčů - stojanové, nástěnné i otevřené rámy. Podstatné je, aby byly dostatečně robustní (většinou vysokozátěžové) a umožnily snadný přístup i do montážního prostoru. Často je požadován i zvýšený stupeň krytí, snížené vyzařování nebo seismická odolnost.

Metalické pracovní vedení - Patch Cordy

Pro data jsou použity výhradně 4-párové Patch Cordy se zástríčkou Plugu a ochranou proti ulomení pojistky Plugu. Patch Cord musí být testován a garantován výrobcem kabelážního systému a je součástí i podmínkou záruky za správnou funkčnost ve třídě MCN. Na straně pracoviště jsou Patch Cordy uloženy do organizéru v podobě otevírací spirály, která je slučuje do jednoho svazku a chrání před poškozením.



Mission Critical Cabling

2.2. Materiály pro FO řešení

Základním požadavkem je vyloučení všech spojů optických vláken, které nejsou pro realizaci FO trasy nezbytně nutné. V MCN sítích se používá zásadně pouze přímé konektování FO kabelů technologií lepení, broušení a leštění konektorů. Nelze použít svařování, spojování pomocí opto-mechanických spojek (např. FIBRLOK) ani konektování pomocí již předleštěných konektorů. Všechny tyto technologie přinášejí riziko náhodné poruchy, a proto jsou z třídy MCN vyloučeny. I celkový počet spojů v základní technologii lepení musí být minimalizován na nezbytně nutné množství v FO trase.

FO kabely

Pro metodu přímého konektování lepením jsou používány FO kabely s konstrukcí BREAKOUT s vlákny s těsnou sekundární ochranou. Tato konstrukce kabelu vytváří dvojnásobnou mechanickou ochranu vlákna před poškozením před poškozením a umožňuje pevnou fixaci vnitřního pláště (má každé vlákno) k tělu FO konektoru.

Plášť kabelu se volí dle prostředí ve verzích PVC, PE, NH, PUR atd. Ve všech případech (mimo mobilní) je nutné, aby byl FO kabel uložen v chrániče vhodného typu nebo ve žlabu se zabezpečeným víkem.

Pro mobilní variantu se používají FO kabely, které mají speciální vysoce flexibilní konstrukci. Trasy FO kabelů musí být označeny štítkem FIBER OPTIC.



FO kabel konstrukce BREAKOUT



FO kabel konstrukce duplex - BREAKOUT segment



Štítek pro značení FO kabelů

FO konektory do Patch Panelů i do zásuvek

U MCN kabeláží se pro zakončení FO kabelů v simplexním provedení používají FO konektory s ferulí průměru 2,5mm a kovovým tělem. Adaptery do panelů se rovněž používají výhradně v kovovém provedení. Tyto požadavky splňují kovové verze konektorů ST, SC a FC.



Kovový ST konektor



Kovový ST adapter



Kovový SC konektor a adapter



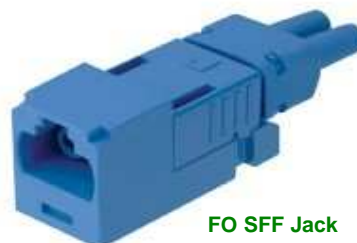
Kovový FC konektor a adapter

Mission Critical Cabling

Pro duplexní provedení se používají FO konektory třídy SFF (Small form Factor) z vysokopevnostních plastů s ferulemi průměru 2,5mm. Zde je většinou použita varianta Jack + Plug a nejsou používány adaptery.



FO SFF Plug



FO SFF Jack

Jiné typy konektorů nelze pro jejich malou mechanickou odolnost (např. malý průměr ferule) v MCN sítích použít.

Popsané řešení pro rozvody FO v MCN kabeláži umožňuje díky FO kabelům konstrukce BREAKOUT a použitým FO konektorům vypustit z instalace speciální FO rozvaděče. Trasy je možné ukončit v běžných Patch Panelech bez použití optických van. Samozřejmě je nutné dodržet správný postup pro uložení a vysvazkování FO kabelů. Všechna místa zakončení FO kabelů **musí být povinně** označena následujícím výstražným štítkem. To platí pro varianty s optickým rozvaděčem i bez něj a pro všechny typy sítí (tedy nejen pro MCN).



Výstražný štítek pro označení míst se zakončením FO kabelů

Optické pracovní vedení - Jumpery

Jumpery jsou vždy realizovány z duplexního FO kabelu. Strana pro rozvaděč nebo zásuvku je osazena potřebným typem FO konektoru dle osazení v Patch Panelu nebo zásuvce. Požadavky se shodují s předcházejícím bodem. Strana aktivního prvku je osazena typem FO konektoru dle tohoto prvku. Opět je nutné volit variantu s maximální mechanickou odolností, tj. kovovým tělem konektoru.

3. Řešení konsolidačních bodů - CP

Pro vlastní mechanické řešení konsolidačních bodů existuje dostatek speciálních rozvaděčů na zeď, do zdvojených podlah i do sádkartonových podhledů. Podstatné pro MCN je provedení vlastního vedení.

CP - pro UTP

Pevná část linky do CP je realizována stejnými kabely a Jacky, jako jsou popsány materiály v bodě 2.1 určené pro horizontální vedení. Flexibilní část linky z CP k zásuvce je realizována takovým typem kabelu, jaký se používá pro mobilní sítě. Zakončení tohoto kabelu v CP musí být provedeno stejným způsobem jako pracovní vedení - Patch Cordy - popsané také v bodě 2.1 .

CP - pro FO

Materiály i konektory jsou shodné pro pevnou i flexibilní část linky jako u standardních horizontálních a páteřních FO vedení třídy MCN.



Příklad: rozvaděč CP pro montáž do sádkartonových podhledů



Příklad: rozvaděč CP pro montáž do zdvojených podlah

Mission Critical Cabling

4. Minimalizace rizik

Technická rizika

Dodržení zásad při volbě materiálů dle kap. 2 a 3 v souladu s dodržáním předepsané technologie montáže prakticky vylučuje samovolný vznik poruchy nebo výpadku zapříčiněné kabeláží.

Riziko úmyslného a neúmyslného poškození

Tato rizika výrazně snižuje vedení tras ve žlabech se zabezpečeným víkem, monitorovaný přístup do datových rozvaděčů a soubor organizačně-bezpečnostních opatření v organizaci. Mezi ně patří např. oprávnění k přístupu do chráněných částí objektu a monitorování těchto přístupů.

Neopominutelným prvkem při snižování těchto rizik je realizace redundantních tras. Ty je možné realizovat dle potřeby nejen v páteřních vedeních, ale i v horizontální sekci kabelážního systému.



Riziko špatné volby

Jedním z největších rizik dnešní doby je pořízení plagiátu originálních materiálů. Ty pocházejí v naprosté většině z asijských produkcí a nesplňují požadované technické parametry. Jedinou obranou je pořízení systému formou výrobcem autorizované a výrobcem garantované dodávky s prokázáním původu materiálů.

Firma instalující takový systém musí předložit:

- autorizační osvědčení pro montáž certifikované výrobcem garantované kabeláže, kdy výrobce nese garanci i za práci instalační firmy
- autorizační osvědčení pro autorizované dodávky aktivních prvků
- prokáže referencí s uvedením technologie a s kontaktem pro ověření:
 - schopnost realizovat kabeláž třídy MCN
 - schopnost přímého konektorování SM FO SFF konektorů
 - praktickou znalost instalace systému žlabů s bezpečným víkem
 - schopnost nést garanci za správnou funkčnost celku

Každá MCN kabeláž musí být realizovaná pouze na základě projektu, který splňuje kriteria pro MCN. Takový projekt může zpracovat pouze projektant s dlouhodobou praktickou zkušeností s projektováním MCN kabeláží

5. Závěr

Doufám, že toto velmi krátké představení problematiky kabeláží pro MCN pomůže investorům a uživatelům v tom, že se vyhnou alespoň nejzákladnějším chybám.

Autor: Ing. Vilém Jordán, PCD