

Osvětluj svůj dům! Ale čím a jak?

Dříve na to byla jednoduchá odpověď: „Žárovkou nebo zářivkou“. V poslední době se odpověď dost zkomplikovala. Jednoduchou žárovku nám v Bruselu zakázali nebo omezili, typů a tvarů zářivek značně přibýlo. Rozšířily se zářivky kompaktní, tzv. úsporky a na trhu se objevila v nesčetných variantách technologie LED. Dnes nám ale už nestačí při příchodu otočit vypínačem u dveří, rozsvítit světlo uprostřed místnosti a při odchodu zhasnout opět otočením vypínače. Světla chceme více a na více místech. Chceme je i stmívat. Chceme měnit jejich barvy. Chceme je ovládat z více míst a nejen vypínačem na stěně. Chceme bezdrátové ovládání. Proč bychom neměli chtít ovládání přes mobilní telefon? Nejen v místnosti samotné z pohodlí gauče, ale třeba na hodně velkou dálku, tedy přes internet, tedy odkudkoliv. A chceme jít s dobou. Chceme šetřit. Je to moderní. Je to módní. A pro peněženku je to i praktické.

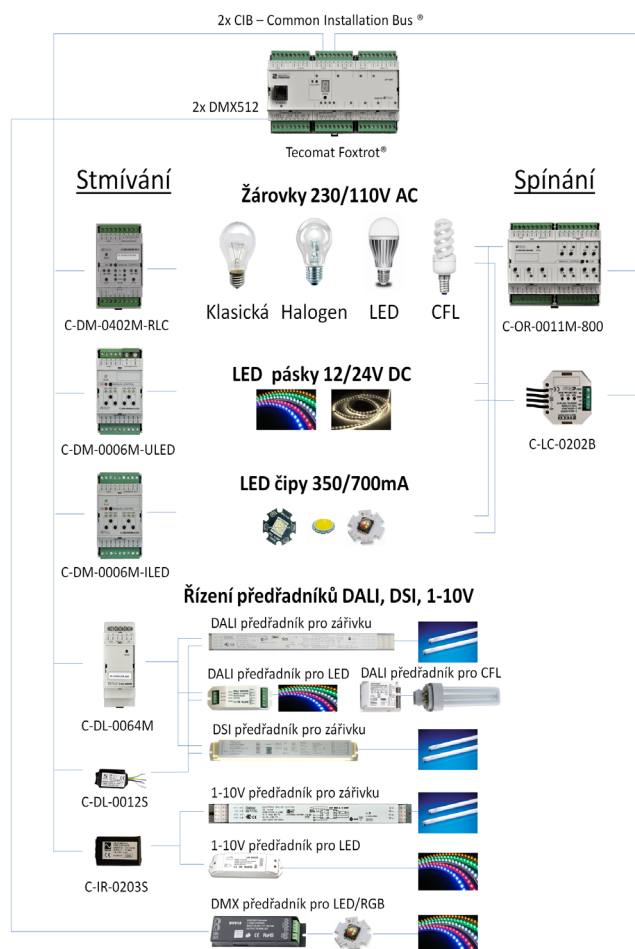
Šíře dnešních možností a požadavků však komplikuje nejen výběr správného světelného zdroje v regálech hypermarketů a v e-shopech, ale často je třeba zasáhnout i do instalace. Je třeba doplnit vhodný typ předřadníku pro zářivku, vhodný typ transformátoru pro halogenovou lampu, vybrat zdroj stejnosměrného proudu pro výkonové LED čipy nebo zdroj napětí pro LED pásek. A při dnešním požadavku na tzv. inteligentní ovládání domu je třeba každý osvětlovací okruh a vypínač nějak komunikačně připojit a propojit navzájem, s centrálou, se serverem a s mobilním telefonem. Článek má ambici být úvodem a přehledem všech alternativ světelných zdrojů a doplněný o kontext jejich připojení k systému inteligentního ovládání domu – Foxtrot.

Zdroje světla do patič E27 a E14/230V

Začneme od nejjednoduššího. Patice E27 a E14 jsou celosvětově rozšířené a standardizované. Jsou určeny pro střídavé síťové napětí, v Evropě většinou 230V/50Hz. Vznikly v éře klasických žárovek.

Žárovky

Přestože se z pultů a regálů stáhly do ústraní, zůstávají tam alespoň v těch nejmenších výkonových kategoriích a nelze je ve výčtu vynechat. Naopak s nimi začneme. Z jednoduchého principu, že světlo vyzařuje rozžhavený odporový drátek z wolframu, vyplývá, že žárovka je odporovou zátěží. Svítí stejně jak po připojení stejnosměrného, tak i střídavého napětí. Při střídavém napájení neblíká v rytmu sítě díky tepelné setrvačnosti rozžhaveného vlákna. Barevné podání žárovkového světla je lidskému oku přirozené, protože jeho spektrum obsahuje prakticky rovnoměrně všechny vlnové délky. Je to dáno materiálem – wolframem, ze kterého se vlákna téměř výhradně vyrábí. Díky tomu všechny žárovky svítí stejně a při jejich výběru nebylo a není třeba teplotu barevného podání kontrolovat. Pokrok v této technologii směrem k menší spotřebě znamenají halogenové žárovky. Se svojí o 30 % menší spotřebou jsou v EU povoleny k prodeji. Žárovky resp. jejich vlákna jsou konstruovány pro přímé připojení na síťové napětí. Díky tomu jsou všechny zároveň stmívatelné klasickými fázovými stmívači. Fázové stmívače se nejjednodušeji realizují polovodičovým triakem, který je schopen po přijetí zapínacího impulsu sepnout z nuly na okamžitou hodnotu napětí kdykoliv v průběhu kladné i záporné půlvlny síťového napětí a po jeho průchodu nulou automaticky vypnout. Posunem okamžiku (říká se také úhlu sepnutí), kdy v půlvlně k připojení dojde, se tak dá plynule od 0 do 100 % řídit množství dodané energie a tím i intenzitu vyzařovaného světla žárovkou. Systém Foxtrot má v sortimentu na instalační sběrnici CIB



Komplexní řízení osvětlení Foxtrotem

pro tento případ univerzální fázový stmívač C-DM-0402M-RLC, který generuje stejný průběh jako triakové stmívače podle pokynů centrální jednotky po CIB sběrnici. Každý modul obsahuje dva nezávislé stmívací kanály, každý až do 500 VA zátěže. Kanály se dají spojit paralelně, a tak stmívat zátěž až 1000 VA. V případě potřeby lze připojit i druhý modul a paralelně tak mohou řídit maximální zátěž 2000 VA. Mají tepelnou a proudovou pojistku a interní nucený oběh chlazení v případě potřeby.

Pokud se žárovka jenom spíná, lze to provést klasickým kontaktem vypínače nebo řízeného relé. Je dobré vědět, že studená žárovka má odpor vlákna nízký a při zapojení jí teče několikrát větší proud. Zahřátí vlákna na provozní teplotu je dilem okamžiku. Tím dojde ke zvýšení odporu a snížení proudu na nominální hodnotu. Tento proudový náraz kontakty spínače snesou bez problému. Žárovka má v porovnání s moderními zdroji světla nevýhodu v relativně nízké životnosti, která je dána teplotní degradací vlákna. Život žárovky ukončí přerušení vlákna. Může nastat v takovém okamžiku půlvlny síťového napětí, kdy na rozpojovaných koncích dojde k obloukovému výboji a tím k obrovskému nárůstu proudu. To se pak projeví ve známém „vyhození“ pojistky nebo jističe. Robustní kontakty síťových vypínačů tento nárůst proudu po dobu, než vypne jistič, snesou. Horší je to u kontaktů ovládacích relé, která se dodávají většinou na menší proudy, a takováto proudová špička může kontakty slepit/svařit. Proto je dobré věnovat v systémových instalacích pozornost i parametru maximálního záběrového proudu uváděnému často jako „inrush current“.

Systém Foxtrot má pro řízení osvětlení pro sběrnici CIB určeny speciální reléové moduly C-OR-0011R-800. Každý obsahuje 11 nezávislých relé se spínacími kontakty s hodnotou inrush current 800A.

Zářivky

Jde o historicky druhý nejrozšířenější druh světelného zdroje. Zdrojem světla je vysokonapěťový výboj mezi elektrodami v nízkotlaké trubici. Protože zde není žádná tepelná setrvačnost zdroje světla, výboj de facto kopíruje průběh síťového napětí a v jeho rytmu, tj. 50 Hz, bliká. Zde se v praxi využívá naopak setrvačnosti lidského oka, které si při této frekvenci laicky řečeno světlo spojí nebo zprůměruje. Jedním z nevýhodných průvodních jevů je tzv. stroboskopický efekt, který se projevuje při pohledu na rotující předměty, které se pak při určitých otáčkách – synchronních – mohou jevit jako stojící. Ale v domácnosti se takové případy vyskytují minimálně – snad v hobby místnostech s elektrickým nářadím a stroji. Vyzařované spektrum už není spojitě jako u žárovek, ale převládá určitá část spektra, které je dáno typem plynu, kterým se trubice plní. Je to další parametr, na který si musíme dát při nákupu pozor. Na rozdíl od žárovek nelze zářivku připojit na síťové napětí přímo. Napětí sítě totiž nestačí na zapálení výboje, a tak je nutno použít předřadník, který příslušné vysoké napětí vytvoří. Původní induktivní předřadníky se startérem umožňovaly zářivky pouze spínat a mezi sepnutím spínače a rozsvícením žárovky byla kratší či delší prodleva, zářivky se rozsvěcovali často s blikáním. Dnešní předřadníky jsou ve

své většině elektronické a ke startu dochází prakticky okamžitě. Kromě spínání umožňují i stmívání, protože umějí vhodně modulovat vysoké napětí. Podobně jako klasické induktivní předřadníky i ty elektronické je třeba párovat se zářivkou podle jejího výkonu – zjednodušeně podle její délky. U stmívacích předřadníků navíc musíme vybírat podle způsobu, jakým chceme stmívání řídit. Nejstarším typem a asi nejuniverzálnějším jsou předřadníky s ovládáním napětím 0–10 V, resp. 1–10 V. Takový analogový výstup má většina řídicích systémů a u systému Foxtrot jej nalezneme na řadě modulů na CIB sběrnici včetně těch, které se dají vestavět přímo do zářivkového tělesa.

Nevýhodou napěťového řízení je, že při paralelním spojení více předřadníků/zářivek najednou ty nejvzdálenější svítí méně, protože na dlouhých přívozech vzniká úbytek napětí, byť malý. To odstranila firma Tridonic a zavedla pro své předřadníky sběrnici a protokol DSI. Místo napětí se všem připojeným předřadníkům posílá sériově 8bitové číslo požadované intenzity svícení. Všechny tedy svítí stejně. Komplikovanější už je řízení každé zářivky zvlášť. Na každý okruh by musel na systému být zvláštní výstup DSI. Firmy Osram a Philips šly dál a zavedly sběrnici s protokolem DALI. Písmeno „A“ v této zkratce znamená „Addressable“. DALI umožňuje adresovat až 64 předřadníků. Umožňuje je sdružovat až do 16 skupin. Každé skupině lze individuálně přiřadit vlastní intenzitu svícení.

Pro takové řízení stmívání má systém Foxtrot připraveny dva moduly na sběrnici CIB: malý vestavný C-DL-0012B, který se vejde i do svítidla a může individuálně řídit až 12 předřadníků DALI nebo DSI. Větší modul je na DIN lištu, má označení C-DL-0064B a může řídit plný počet 64 předřadníků DALI v 16 skupinách nebo DSI. Jedná se vlastně o konvertory z dvou vodičové CIB na dvou vodičovou DALI sběrnici. Protože na jednu větev CIB lze umístit 32 modulů, je možné z této jedné větve ovládat až 2048 zářivkových těles.

Pro spínání zářivek přes sběrnici CIB jsou určeny speciální reléové moduly C-OR-0011R-800 s 11 nezávislými relé se spínacími kontakty s hodnotou krátkodobého záběrového proudu – „inrush current“ 800 A. Právě při spínání zářivek s kapacitním charakterem je tato vysoká odolnost spínacích prvků praktická. Záběrný proud 40 A na jeden předřadník není výjimkou. Takže takové relé sepne teoreticky i 20 takových předřadníků. Vyšší proudy pak již většinou „vyhodí“ jističe.

Kompaktní zářivky – úsporky

Další zdroje světla, které najdeme v obchodech, jsou kompaktní zářivky. Jeden ze směrů, kterým se vývoj vydal, bylo zmenšení a vytvarování trubice, ve které výboj probíhá do velikosti a tvaru zhruba odpovídajícího klasické žárovce. Do této velikosti se musí vejít i elektronika, která má na starost zapálení výboje. Úsporky, stejně jako zářivky, jsou ekologické vzhledem k nižší spotřebě elektřiny, jsou však neekologické jako odpad. Musí se tedy třídit a následně řízeně likvidovat, protože obsahují rtuť nebo jiné podobné látky. Podobně jako u trubicových zářivek i u těch kompaktních se rozlišuje barevné podání podle druhu plynové

náplně. Protože předřadník není oddělen, ale je vestavěn, musíme jej koupit s každým zdrojem světla, a tedy si dát při výběru v obchodu pozor nejen na barvu světla, ale i na to, zda vestavěný předřadník umožňuje nebo neumožňuje stmívání klasickými fázovými stmívači. Označuje se to anglickým slovem „Dimmable“ a taková úsporka je dražší. Fázové stmívání těchto světelných zdrojů neprobíhá plynule od 0 %. Protože elektronika pro svoji činnost nějakou minimální energii potřebuje, začíná proces efektivního stmívání někde kolem 10 %. Pod touto hodnotou buď úsporka nepravidelně bliká, nebo nesvítí.

Konstrukcí elektroniky je více a podle toho se chová úsporka buď jako induktivní, nebo kapacitní zátěž. To někdy komplikuje výběr stmívače. Klasické jednoduché triakové stmívače, které spínají uprostřed půlplynu a s průchodem napětí nulou rozpínají, se totiž nehodí pro stmívání kapacitních zátěží.

Systém Foxtrot pro kompaktní zářivky nabízí v sortimentu na instalační sběrnici CIB univerzální fázový stmívač C-DM-0402M-RLC, který je schopen generovat nejen stejný průběh jako triakové stmívače pro induktivní zátěže, ale i obrácený. Tj. spíná ihned při náběhu půlplynu a uprostřed ní řízeně vypíná. Tím snižuje množství dodané energie i pro zátěže kapacitního charakteru. Stmívač má možnost nastavit mez minimálního setmění nad hodnotu, pod níž úsporka ještě neřízeně bliká, a tím se vyhnout tomuto nepříjemnému efektu. Modul obsahuje dva nezávislé stmívací kanály, každý až do zátěže 500 VA a pro stmívání zátěže až 1000 VA je lze spojit paralelně. Avšak u kompaktních zářivek, které nejsou čistou odporovou zátěží, jsou již výkonové poměry při spínání a rozpínání složitější, a tak se nedoporučuje na jeden kanál připojovat více než typicky 16 kompaktních zářivek. Stmívač C-DM-0402M-RLC má jako jeden z parametrů volbu typu zátěže, mezi kterými najdeme i typ CFL – „Compact Fluorescent Lamp“. Pro spínání úsporek přes sběrnici CIB jsou určeny speciální reléové moduly C-OR-0011R-800, o kterých platí stejná pravidla pro záběrné proudy a paralelní řazení jako u zářivek klasických v předchozím odstavci.

Technologie LED

Když vynecháme výbojky jako druh světelného zdroje, který se v domácnostech ani v rezidenčních interiérech moc nepoužívá, jsou další v řadě světelné zdroje na bázi LED – „Light Emitting Diode“. Jejich vývoj byl nezávisle na vývoji žárovek a zářivek. Jsou totiž založeny na úplně jiném principu generování světla a jejich rozvoj je dán pokrokem v polovodičových technologiích. Tyto zdroje v posledních letech dosáhly vysoké účinnosti a je dosahováno vysokých intenzit vyzařovaného světla. LED zdroje mají však opět svá specifika. Mezi ně patří především:

- **Nízké napětí, při kterém k rozsvícení dochází.** Toto napětí musí být stejnosměrné a polarizované. Záleží na tom, kam připojíme kladný a kam záporný pól. Když je připojíme špatně, LED nesvítí.
- **LED se napájí zdrojem proudu, nikoliv napětím.** Podobně jako u zářivek je tedy třeba nějaké elektroni-

ky – předřadníku, zdroje proudu apod., kterou je třeba předřadit před samotnou svítící součástkou – LED čip.

- **Směrovost světla.** Protože světlo je emitováno z plochy polovodičového substrátu – čipu, svítí prakticky jedním směrem. To čeho se u žárovek dosahovalo externím reflektorem nebo provedením svítidla je základní vlastností většiny LED světelných zdrojů. Naopak všesměrovosti se u LED svítidel dosahuje nejrůznějšími konstrukcemi a upořádáním více čipů svítících najednou.
- **Nutnost chlazení.** Ač účinnost přeměny elektrické energie na světlo je zhruba stejná jako u zářivek, je třeba LED čipy účinně chladit. Při rostoucí teplotě totiž klesá výrazně účinnost a především životnost samotných čipů. Ty je třeba chladit na daleko nižší provozní teploty, než tomu je u žárovek nebo zářivek. Výhoda je, že se při dotyku nespálíme. Nevýhoda je, že tělesa výkonných LED svítidel jsou v podstatě masivní, většinou hliníkové chladiče. Pro svítidla na bázi LED byly vyvinuty speciální desky tištěných spojů, na které se pájí svítící čipy a které jsou z hliníku z důvodu přímého odvodu tepla.



Paralelní stmívání LED žárovek firmy OSRAM sběrnicevým stmívačem C-DM-0402M-RLC je odzkoušeno nejen laboratorně...



...ale i v každodenní praxi; v historicky cenném interiéru Francouzské restaurace Obecního domu v Praze nastavují světelnou atmosféru pomocí Foxtrotu

LED pásy

Oblíbenou formou LED svítidla jsou tzv. LED pásy. Dodávány jsou v metráži, v kotoučích v délkách až 5 metru, dají se stříhat většinou po 5 cm a dají se i propojovat. Elektricky se jedná o paralelní řazení všech diod – LED čipů, které jsou v pásku naletovány. Jak už bylo řečeno,

LED čipy je třeba napájet ze zdroje stejnosměrného proudu. U každé diody v pásku je proto do série vložen malý odpor. Vytváří lokální zdroj proudu pro příslušnou diodu, takže celkově lze pásek napájet ze zdroje napětí. Většinou ze zdroje 12 V DC, někdy i 24 V DC, které jsou na trhu daleko běžnější a levnější než zdroje proudu. V poslední době se objevily i pásy bez těchto odporů. Jsou účinnější, protože nedochází ke ztrátám na odporech. Vyžadují ale připojení na zdroj proudu, stejně jako výkonové LED čipy, a platí pro ně stejná pravidla a postupy v následujícím odstavci.

V systému Foxtrot lze pro přímé spínání LED pásků na úrovni 12 V nebo 24 V stejnosměrných přes sběrnici CIB použít prakticky jakýkoliv reléový modul. Pokud však je požadavek spínat zdroj 230 V AC/12 (24) V DC na primární straně, je třeba použít moduly C-OR-0011M-800 nebo alespoň C-OR-0008M s vyššími záběrnými proudy, protože tyto zdroje jsou dnes většinou spínané a chovají se jako výrazná kapacitní zátěž. Pro stmívání LED pásků jsou na sběrnici CIB určeny šestikanálové stmívače C-DM-0005M-ULED. Pásy stmívají v plném rozsahu 0 až 100 %. Připojuje se k nim externí napájecí zdroj napětí, jehož výkon a napětí volíme podle typu a délky použitých LED pásků. Tento stmívač může ovládat zátěž až 4 A na každý kanál. Každý kanál je nezávislý, programově je lze sdružit na dvě trojice a ovládat tak nezávisle barevnost dvou RGB kanálů.

LED čipy

Pro větší výkony, pro bodové osvětlení nebo individuální řešení svítidla jsou dodávány LED čipy s příkony 5–100 W, někdy i více. Jak již bylo zmíněno, předpokládají napájení zdrojem proudu. Na trhu je řada takových. Jsou to většinou síťové (230 V AC) spínané zdroje. Vypadají často jako předřadníky a volí se podle požadovaného výkonu.

O jejich ovládání – spínání na primární straně Foxtrotem přes sběrnici CIB platí totéž, co bylo uvedeno u LED pásků o spínaných zdrojích napětí ovládaných na primáru. Pro přímé stmívání LED čipů je na sběrnici CIB k dispozici šestikanálový stmívač C-DM-0006M-ILED. Připojuje se k němu vnější výkonový zdroj napětí max. 48 V DC. Velikost napětí je dána maximálním počtem sériově řazených výkonových LED diod, každá si vezme od 1,8 V až po 3,5 V, podle typu a barvy. Z tohoto zdroje stmívač rozděluje výkon do nezávislých šest kanálů (nebo dvou trojic RGB). Napětí na sérii LED čipů je stále stejné, ale proud se pohybuje od 0 do 100 % podle požadované intenzity osvětlení.

Barevné LED, DMX, DALI

V souvislosti s LED pásky a LED čipy bylo zmíněno řízení barvy pomocí tří kanálů R-red, G-green, B-blue, každý určený pro jednu z barev: červená, zelená, modrá, ve kterých se LED vyrábějí. Foxtrot je umí řídit přímo pomocí již zmíněných šestikanálových stmívačů C-DM-0006M-ULED a -ILED. V praxi však je možné v některých projektech nalézt požadavek řídit RGB předřadníky jiných výrobců, kteří z důvodů větší prodejnosti je vybavili jiným způsobem řízení. Například sběrnici DALI, která původně byla určena pouze pro „jednobarevné“ zářivky. Zasláním tří koordinovaných intenzit na tři adresy do takového předřadníku lze

poslat informaci o požadované barvě. Pro takový případ použijeme stejný modul C-DL-0012B nebo C-DL-0064M, jako jsme zmínili v odstavci o zářivkách. Často se však pro řízení barev používá protokol DMX-512. Ten je poměrně starý, pochází z oblasti řízení osvětlení v divadlech nebo na koncertech. Jedná se o modifikovaný sériový kanál, který na definované rychlosti jednosměrně vysílá sérii až 512 bytů. Každý byte s sebou nese informaci o požadované intenzitě 0 až 100 %. Od kterého zařízení se to očekává, je dáno polohou bytu ve zprávě. Na straně koncového zařízení, tedy v našem případě DMX předřadníku, musí být možnost nastavit jeho adresu tak, aby si z řady 512 bytů přečetl ten správný. Resp. tu správnou trojici určující poměr barev RGB. Foxtrot umí řídit dva DMX kanály přímo z centrálního modulu, do kterého se vloží volitelný sériový komunikační modul MR-0115 se třemi sériovými porty. Dva pro DMX a jeden zůstává volný pro další použití. Takto může Foxtrot ovládat až 1024 světelných kanálů. Přitom mu stále zbývá možnost řídit další stovky a tisíce světel přes CIB sběrnici...

LED Žárovky na 230V

Poslední na trhu zavedenou kategorií jsou tzv. LED žárovky. Tedy světelné zdroje na bázi LED uzpůsobené do tvaru žárovky a určené jako náhrada k našroubování do některé ze standardizovaných patič – E27, E14, G-10 atd. a napájené přímo ze síťového napětí. Platí zde řada analogií s úspornými kompaktními zářivkami. Opět je tu elektronika vestavěná do patice nebo do těla svítidla. Opět se tato elektronika chová většinou jako kapacitní zátěž, takže při spínání volíme na sběrnici CIB reléové moduly C-OR-0011M-800 a při projektování dáváme pozor na skupinování a jištění maximálního počtu LED žárovek s ohledem na jejich maximální záběrný proud (inrush current). Pro stmívání volíme opět univerzální dvoukanálový fázový stmívač C-DM-0402M-RLC. Na něm nastavujeme charakter kapacitní zátěže, volíme minimální úroveň stmívání nad mez, pod kterou konkrétní LED žárovka začíná blikat, a jako LED žárovky volíme ty, které mají na sobě výslovně uvedeno Dimmable.

Závěr

Specializované moduly systému Foxtrot na dvou vodičové sběrnici CIB-Common Installation Bus® spolu s jeho možnostmi sériovými i ethernetovými porty ovládat řadu jiných zařízení a předřadníků z něj dělají univerzální nástroj také pro komplexní řízení osvětlení interiérů a exteriérů domů, budov, obchodních center, restaurací, ale i průmyslových hal a dalších objektů.

Ing. Jaromír Klaban
Teco a.s.,
www.tecomat.cz,
www.ovladejsvujdum.cz

Tecomat®, Foxtrot® a CIB-Common Installation Bus® jsou registrované ochranné známky firmy Teco a.s.