



Středoškolská technika 2017

Setkání a prezentace prací středoškolských studentů na ČVUT

LED osvětlení a napáječe LED osvětlení jako zdroj rušení – amatérský pohled do oblasti EMC

Martin Pospíchal

Student druhého ročníku oboru elektrotechnika

**STŘEDNÍ ŠKOLA PRŮMYSLOVÁ,
TECHNICKÁ A AUTOMOBILNÍ JIHLAVA**
tř. Legionářů 1572/3, 586 01 Jihlava

1. ÚVOD

Asi před půl rokem jsme si domů koupili LED osvětlení nové konstrukce. Je navrženo jako zápusťný, velký bílý čtverec, který díky své LED konstrukci odebírá příkon pouhých 18 Wattů. Protože jeho cena byla, v porovnání s vysokou svítivostí, dlouhou životností a malým příkonem více než příznivá, rozhodli jsme se je postupně nakoupit do celého bytu.

Nejprve jsme koupili 1 kus do koupelny a pak 2 kusy do obývacího pokoje. Moje matka má v kuchyni rádio, které poslouchá vždy, když je v kuchyni. Začalo se jí ale někdy stávat, že naladěná stanice na rádiu najednou začala být rušena. Vždy to však trvalo pouze pár sekund a pak zase stanice hrála čistě. Jednou však zpozorovala, že rušení začalo, jakmile bratr rozsvítil v koupelně.

Začali jsme tedy zkoušet, za jakých podmínek je rádio rušeno a skutečně, jako zdroj potenciálního rušení se projevilo to světlo. Jelikož je jedním z mnoha mých koníčků také sbírání a renovace historických radiopřijímačů - od dřevěných elektronkových rádií z 60 let až po dnešní tranzistorová rádia, neměl jsem problém otestovat vliv rušení na téměř všech vysílacích frekvenčních rozsazích.

Ukázalo se, že světlo ruší nejen celý frekvenční rozsah VKV (jinými slovy dnešní FM), ale veškeré rozsahy tehdejších DV, SV i KV. Shodou okolností jsme dostali ve škole na odborné praxe pana učitele Martina Hudce, který má mimo jiné po škole pověst velmi zdatného bastlíře. Sdělil jsem mu tedy svou problematiku a dostalo se mi překvapující odpovědi: „Tuhle situaci znám, mám na chalupě podobná světla, která ruší úplně stejně.“ Na tuto odpověď jsem zareagoval: „A nešlo by to nějak vyfiltrovat?“ Vzhledem k mému zájmu o „čistý éter“ jsem tedy přesvědčil pana učitele, aby mi pomohl tuto situaci do detailu prozkoumat a pokusit se ji nějak vyřešit.

2. PRVNÍ POKUSNÁ MĚŘENÍ

Od pana učitele jsem dostal za domácí úkol „změřit“ pomocí různých rádií působení rušení v různých vzdálenostech v okruhu bytu.

Zkoušel jsem vliv rušení na rádiu s prutovou anténou, které stálo v rohu nejvzdálenějšího pokoje od světla a bylo napájeno ze střídavé sítě. Také jsem zkoušel vzdálenost a intenzitu rušení otestovat na přenosném bateriovém rádiu, také s prutovou anténou. Zjistil jsem, že je rušení přenášeno spíše sítí 230V, protože na anténu má rušení vliv pouze částečný, na menší vzdálenost a menší intenzitou.

Výsledky jsem donesl do školy a pan učitel dle mých výsledků sestavil síťový filtr, který by měl rušení omezit nebo nejlépe úplně vyfiltrovat. Filtr jsem doma zapojil před AC vstup spínaného zdroje napájecího LED svítidlo a zopakoval předcházející měření. Jenže jsem zjistil, že filtr prakticky vůbec nepomohl. Rušení bylo stále stejně pronikavé a intenzivní.

Proto se ještě následně vyzkoušelo zařadit filtr i na DC stranu napaječe LED. Před jeho aplikací jsem se rozhodl pro lepší srovnání vyzkoušet rušení bez aplikovaných filtrů. Jenže jsem zjistil, že světlo najednou ruší daleko méně, než před týdnem – pouze cca 2 metry od světla. I přesto jsem tedy zkusil zapojit filtr do obvodu, ale už moc nepomohl, protože se problém z 80% vyřešil sám.

Když jsem o tom informoval pana učitele, tak byl překvapen, ale nakonec konstatoval, že problematika EMC je někdy „exaktně nepochopitelná“. A tak jsem stál před dvěma problémy – rušícím LED osvětlením a pro mne do té doby neznámým pojmem EMC, který pan učitel opakovaně v diskusi o tématu používal.

3. TROCHA TEORIE

Od pana učitele jsem dostal za domácí úkol nastudovat co je to vlastně ta zkratka EMC. Něco mi samozřejmě k tomu řekl, abych se měl čeho „chytit“. A tak jsem zjistil, že zkratka EMC znamená tzv. „Elektromagnetickou kompatibilitu“, což je český překlad anglického termínu „Electromagnetic Compatibility“.

EMC je schopnost zařízení nebo systému fungovat vyhovujícím způsobem ve svém elektromagnetickém prostředí bez vytváření nepřipustného elektromagnetického rušení pro cokoli v tomto prostředí. Jinými slovy elektrické zařízení (což je třeba LED svítidlo) by nemělo svou činností ovlivňovat chování jiných elektrických zařízení ve svém okolí (např. rozhlasový přijímač). EMC má i reciproční složku, která sleduje odolnost daného zařízení (např. rozhlasový přijímač) spolehlivě pracovat v prostředí, které je do jisté míry zarušeno – protože zabránit vzniku rušení úplně, není vždy jednoduché, nebo je to enormně nákladné.

EMC je definováno příslušnými mezinárodně platnými normami a předpisy. Výrobky nově uváděné na trh jsou podle svého typu a způsobu užití testovány certifikovanými laboratořemi na příslušné parametry. Je to tedy technicko-právní agenda, která má mezinárodní charakter a hlavní cíl, kterým je zajistit „soužití zařízení“ z pohledu elektromagnetických jevů, které svou činností vytvářejí, nebo se naopak provozují v místech, kde jiná zařízení tyto jevy vytvářejí, a přesto správně fungují.

Z pohledu reality v našem bytě jsem si uvědomil, že některé výrobky co máme doma si asi z pohledu EMC „nevedou příliš dobře“. Proto jsem po konzultaci s panem učitelem připravil scénář různých měření v našem bytě, které by alespoň trochu objektivně zmapovaly chování různých druhů LED osvětlení z pohledu EMC.

4. SYSTEMATICKÁ MĚŘENÍ - PODMÍNKY

Hned na úvod je třeba zmínit, že slovo měření je poněkud nadnesené. Lepším výrazem je zjišťování míry rušení, které ovlivňuje příjem radiového vysílání v pásmu FM, které se dnes dominantně využívá.

Protože první pokusy zjistit jak moc LED svítidlo ruší, měly odlišné výsledky při napájení radiopřijímače ze sítě nebo z baterií, tak prvním systémovým krokem bylo rozdělení měření na použití radiopřijímače

- napájeného z baterií (kdy se rušení může přenést pouze v cestou přes anténu)
- napájeného ze sítě 230V/50 Hz (kdy se rušení může přenášet také po silových rozvodech objektu)

Pro možnost porovnat více LED svítidel byly použity pro zjištění vlivu na EMC

- LED žárovka s patičkou E14, kterou jsme měli doma jako první z oblasti LED osvětlení – nepozorovalo se vůbec, že ruší radiový příjem)
- Ploché LED svítidlo s externím LED napaječem / koupeno jako komplet /, které vyprovokovalo zájem o problematiku – protože za určitých okolností rušilo FM rozhlas
- LED náhrady halogenových žárovek, které mi půjčil pan učitel (ty co mu ruší na chalupě), a to ve dvou provedeních 4W a 8W, přičemž varianta 4W mu ruší extrémně.

Dalším parametrem pro měření byla snaha testovaná zařízení odrušit, respektive zjistit do jaké míry se to podařilo / nepodařilo. Proto se měření prováděla na LED světelných zdrojích

- Bez jakéhokoli doplňkového odrušení
- S odrušením na AC straně spínaného zdroje pro napájení LED (realizováno filtrem od pana učitele)
- S odrušením na AC i DC straně spínaného zdroje pro napájení LED (pokud to bylo realizovatelné)

Oblast EMC měření vyžaduje vždy definované prostředí, v kterém se provádí. Na šíření rušení má vliv konstrukce stěn stavebních konstrukcí, ať z pohledu tloušťky, nebo použitého materiálu. U šíření po napájecí rozvodné síti je důležitá topologie rozvodů, impedance PE vodiče, skutečnost zdali je / není zdroj rušení a měřící přijímač na stejné napájecí fázi, pak skutečnost zdali je AC strana spínaného napáječe pro LED osvětlení realizována jako dvou svorková (L + N), nebo tří svorková (L+N+PE).

Tuto poměrně rozsáhlou škálu možností jsem po dohodě s panem učitelem redukoval následovně:

- Měření probíhalo pouze v jedné místnosti – tedy bez mechanických překážek mezi zdrojem rušení a vyhodnocovacím zařízením
- Měřící zapojení bylo sestaveno z:
 - Dvojfázové sítě rozvodu v místnosti
 - Z ní se napájel „testovací radiový přijímač“ – pokud se měřilo šíření rušení po silovém rozvodu
 - Do druhého vývodu dvojfázové byla zapojena prodlužovací šňůra délky cca 6m, do které se zapojovalo napájení testovaného LED světelného zdroje.
 - To umožnilo se s potenciálním zdrojem rušení (LED svítidlem) pohybovat po ploše celé místnosti
 - Pokud byl „testovací radiový přijímač“ napájen z baterií, tak bylo možno pohybovat po celém pokoji jak s přijímačem, tak testovaným LED svítidlem.
 - „Testovací radiový přijímač“ používal pro příjem svou prutovou anténu. Testování probíhalo v celém FM pásmu.

Míra rušení se objektivně zjišťuje pomocí „testovacího radiového přijímače“ velmi nesnadno. Proto byla dopředu stanovena kritéria posuzování takto:

- Vliv na naladěnou stanicí, případně na naladěnou slabou / silnou stanicí
- Vliv na nenaladěnou stanicí (kdy rozhlasové přijímače bez umlčovače šumu šumí – to byl náš přijímač)
- Míra zaplnění FM rozsahu „rušením“ při plynulém přeladování přes celé pásmo

U všech měření, které jsem provedl, je potřeba ještě zmínit tyto skutečnosti, které evidentně ovlivňují porovnatelnost zjištěných výsledků

- Testovaná LED svítidla neměla stejný příkon
- U LED žárovky se závitem E14 nebylo zřejmé, zdali obsahuje uvnitř spínaný zdroj, nebo pouze usměrňovač s předřadným kondenzátorem – toto zapojení prakticky nemůže rušit.

- Zjištěné výsledky se musí považovat za nahodilé, protože spektrum rušení u spínaných zdrojů je velmi často závislé na aktuální velikosti napájecího síťového napětí – které v průběhu času kolísá. Z tohoto pohledu nelze při opakování měření počítat s vysokou hodnotou reprodukovatelnosti.

5. SYSTEMATICKÁ MĚŘENÍ - VÝSLEDKY

Tuto část je třeba uvést sdělením, že finální měření bylo realizováno v časové tísní. Také se ukázalo, že některé myšlenky-nápady pana učitele, se těžko „realizují“ – zapsat do buňky v Excelu míru rušení a charakter rušení v rámci přeladování FM rozsahu. Proto tabulka s výsledky zkoumání obsahuje nakonec pouze tyto kvantifikátory:

- NERUŠÍ
- RUŠÍ
- RUŠÍ MĚNĚ

Pokud se rušení dalo ohraničit frekvenčním pásmem, kde se vyskytovalo, tak se do „Poznámky“ v tabulce pásmo specifikovalo.

Výsledky měření – testování jsou uvedeny v TABULCE 1), kde jsou také uvedeny typy testovaných zdrojů světla s LED.

TABULKA. 1)

Zdroj světla	Bez AC/DC filtru	AC filtr	AC + DC filtr	Rádío na baterie	Poznámka baterie	Rádío ze sítě	Poznámka síť
A	X			NERUŠÍ	nikde nic neruší	NERUŠÍ	nikde nic neruší
		X		NERUŠÍ	nikde nic neruší	NERUŠÍ	nikde nic neruší
B	X			RUŠÍ	ruší cca 95-101MHz	RUŠÍ	ruší cca 95-98MHz
		X		RUŠÍ	ruší cca 95-108MHz	RUŠÍ	ruší cca 95-108MHz
C			X	RUŠÍ MĚNĚ	ale přes celé pásmo FM	RUŠÍ MĚNĚ	ale přes celé pásmo FM
	X	X		RUŠÍ MĚNĚ	ruší celé pásmo FM	RUŠÍ MĚNĚ	ruší celé pásmo FM
D	X			NERUŠÍ	nikde nic neruší	NERUŠÍ	nikde nic neruší
		X		NERUŠÍ	nikde nic neruší	NERUŠÍ	nikde nic neruší

Testováno na vzdálenost přibližně 5m

Legenda:

A IKEA 6,3W LED1221G7 E14 40mA 63lm/W (Made in China)

B SN18 - Nestmívatelný Mini LED panel 18W do pohledu, 230V (R&H Made in P.R.C - dovozce T-LED)

C Panlux PN65309001 LINEAR 36LED světelný zdroj 230V 4W R7s 78mm - neutrální

D Panlux PN65309002 LINEAR 72LED světelný zdroj 230V 8W R7s 118mm - neutrální

Rozhlasový přijímač Panasonic RX-FS430

6. ANALÝZA ZJIŠTĚNÝCH VÝSLEDKŮ

Analýzu provedeme z několika úhlů pohledu s vědomím, že to je analýza laická, která má přesto některé systémové vlastnosti – zejména shodné testovací prostředí a testovací metodu.

- Testování jednoznačně ukázalo, že:
 - Některé testované světelné zdroje s LED vůbec neruší
 - Naopak některé testované světelné zdroje s LED ruší velmi značně
 - Lze to tedy vidět tak, že někteří výrobci berou problematiku EMC vážně, někteří možná o ní ani nevědí, nebo vědí, ale dodržování pravidel EMC by ohrožovalo jejich „byznys“
- Testování dále ukázalo, že:
 - V relativně blízké vzdálenosti mezi zdrojem rušení a měřicím rozhlasovým přijímačem (do cca 5m) nemá velký vliv, zdali je měřicí přijímač napájen ze sítě nebo z baterií. Lze tedy říci, že se rušení šíří volným prostorem a je zachyceno anténou přijímače.
 - Amatérské snahy LED světelné zdroje a jejich napáječe odrušit přinesly ne úplně jednoznačné výsledky – současně ale bylo potvrzeno, že nějaký vliv mají.
- Testování ukázalo také zajímavý paradox:
 - Produkty od stejného výrobce, stejného charakteru – pouze odlišného výkonu, mají v oblasti EMC diametrálně odlišné chování. Produkty firmy Panlux s menším výkonem mohutně ruší, zatímco „výkonově větší bratr“ vůbec neruší.
 - Vysvětlení je zřejmě následující. Do rozměrově větší LED žárovky se odrušovací prvky vešly, a proto i při větším příkonu neruší, zatímco tam kde je málo místa (méně výkonný model), tam se žádné odrušení již nepodařilo umístit. Je to ale v souladu s pravidly EMC?
- Testování dále potvrdilo, že:
 - Menší LED světelný zdroj od firmy Panlux „mohutně ruší“ jak při testování v našem bytě, tak ruší na chalupě u pana učitele – má ho ve stodole a je schopen zarušit celý FM rozsah radiopřijímače napájeného ze sítě na vzdálenost 20m.
 - To svědčí o tom, že použitá měřicí metoda vykazala jistou míru reprodukovatelnosti

7. NĚKOLIK OTÁZEK NA ZÁVĚR

Asi není obvyklé klást na závěr nějakého technického pojednání otázky. Ale já jako student elektrotechnické průmyslovky jsem trochu na pochybách, co to vlastně studuji za obor, kde moji kolegové co už pracují ve vývojových odděleních nebo výrobních podnicích jsou schopni uvádět na trh zařízení, která sice fungují, ale:

- Nedbají na dodržování zásad EMC
- Nevadí jim, že jejich výrobky ohrožují funkčnost jiných výrobků
- Nebo jsou byznys kritéria tak silná, že mají vlastně nařízeno nedodržovat zásady EMC?
- Jak v této oblasti fungují regulátoři. Jak je možné, že tato zařízení se dají koupit – navíc s reklamou, co jejich zakoupením ušetříte.

Při debatách s panem učitelem jsem se od něho také dozvěděl, že ohledně výrobků Panlux jednal s velkoobchodem, kde je nakoupil a potažmo i s výrobcem. Výsledek je spíše smutný:

- Velkoobchod to má v sortimentu proto, aby tam měl také nějaké low-cost produkty. Nicméně byli mu schopni nabídnout vrácení peněz nebo výměnu za jiný výrobek s doplacením ceny.
- Výrobce se s ním sice bavil, leč do ztracena.....A na právníky pan učitel prostředky nemá.

Takže uveřejněním mého příspěvku na konferenci chceme na akademické půdě ČVUT Praha otevřít téma, které by stálo určitě za pozornost. Nerad bych byl např. přítomen situaci, kdy k nám přijede záchranka v noci, zdravotníci budou chtít použít nějaké elektronické přístroje, ale ty fungovat nebudou nebo špatně, díky rušícímu LED osvětlení.

Poslední otázka je spíše filozofická.

- Tak toto je ten pokrok ???