

LED žárovky

Nejmodernějším zdrojem světla jsou v současnosti LED diodové žárovky. LED diodové žárovky jsou nejen velmi úsporným zdrojem světla, ale je možné je vyrobit v nejrůznějších variantách, jak z hlediska úhlu svitu, tak i barevnosti. Oproti klasickým vláknovým žárovkám LED žárovky nemají prakticky žádné nevýhody. Nyní je již zcela jisté, že v blízké budoucnosti LED diodové žárovky zcela nahradí žárovky s wolframovým vláknem pana Edisona.



Současnost a budoucnost patří LED žárovkám

Dnes, 130 let po Edisonově vynálezu vláknové žárovky sledujeme velmi rychlý nástup nových zdrojů osvětlení - LED žárovek. Pravděpodobně nikdo před několika lety netušil, že LED žárovky tak rychle a s takovou razancí začnou ovládat trh se světelnými zdroji. Vždyť předchůdce LED žárovek - úsporná žárovka (zářivka) se prosazovala na trhu v podstatě desítky let a dodnes má tento typ úsporného svítidla mnoho odpůrců a ani není divu. Úsporná žárovka (zářivka) s předřadníkem má své mouchy, mezi které patří především nepřírozená barva světla, dlouhá doba od rozsvícení do plného svitu žárovky, nesnadná regulace svitu apod. Běžné žárovky jsou dnes už opravdu přežitá a nemají oproti LED žárovkám, kromě nízké ceny žádné výhody - jsou velmi neúsporné, produkují mnoho odpadního tepla, mají malou životnost, při rozbití jsou nebezpečné, můžete se o ně spálit atd.

Výhody LED žárovek

1. **Vysoká účinnost LED žárovek**, která je v současné době až 12-ti násobná oproti vláknovým žárovkám
2. **Velmi dlouhá životnost**. Současné LED žárovky mají životnost na úrovni třiceti až stonásobku životnosti žárovek s vláknem
3. **Vysoká mechanická odolnost LED žárovek**, tedy odolnost vůči otřesům, nárazům, vibracím. Pokud LED žárovka upadne na zem, je velmi malá pravděpodobnost, že se poškodí.
4. **Jednoduchá regulace osvětlení**. K regulaci je možné použít běžné žárovkové stmívače. Navíc LED žárovky nemění, na rozdíl od klasických žárovek barvu světla podle intenzity nastaveného svitu na stmívači
5. **Nízká povrchová teplota LED žárovek** přináší vyšší bezpečnost. O LED žárovky se nelze popálit.
6. LED žárovky **nevyzařují ultrafialové a infračervené světlo**
7. **Možnost častého zapínání a vypínání**, bez vlivu na životnost LED žárovky
8. **Okamžité rozsvícení** do plného výkonu, na rozdíl od úsporných (zářivkových) žárovek a zářivek

Nevýhody LED žárovek

Jedinou nevýhodou LED žárovky oproti jejímu skleněnému předchůdci s rozžhaveným vláknem je **vyšší cena LED žárovek**. Nicméně i podstatně vyšší cenu LED žárovky zaplatí už jenom její třiceti až stonásobně delší životnost oproti klasické žárovce.



LED žárovky - technické informace

LED diody (Light Emitting Diode - světlo emitující dioda) jako zdroj světla jsou využívány již téměř 40 let. Avšak teprve v posledních letech, v souvislosti s enormním růstem účinnosti moderních LED diod, se tato technologie začala využívat pro výrobu LED žárovek, které je možné brát jako seriózní náhradu běžných vláknových žárovek.

Jak LED vytváří světlo

Základem každé LED žárovky je LED dioda, kterých může a často bývá v LED žárovce i více. Celková svítivost LED žárovky, je závislá především na svítivosti a světelném výkonu vestavěného LED čipu, nebo LED diod a jejich počtu. Jeden vysoce výkonný a nákladný LED čip může klidně produkovat větší světelný výkon, než LED žárovka s vestavěnými 100 ks běžných LED diod. Posuzovat svítivost LED žárovek jenom podle počtu vestavěných LED diod, nebo LED čipů je tedy nesmysl.

Co se tedy ale tedy děje v LED diodách ^[1] resp. LED žárovkách, že jsou schopné produkovat světlo? Jednoduše řečeno, při průchodu elektrického proudu polovodičem, který je základním stavebním kamenem LED, dochází k přesunu elektronů z vyšší energetické vrstvy v atomech do nižší energetické vrstvy. Pokud se ale dostane elektron do vrstvy elektronů s nižší energetickou hodnotou, musí se někde "podít" vzniklý energetický rozdíl. A ten se uvolní právě ve formě světla, tedy fotonů. Elektrony v polovodiči pod proudem tedy přechází z vyšší valenční vrstvy do nižší a rozdíl energie se emituje ven ve formě světla. Tento jev se děje při průchodu proudu přes polovodičový přechod diody v propustném směru, proto je z hlediska principu každá LED vlastně polovodičová dioda. **LED žárovky jsou tedy LED diody s vestavěnou elektronikou pro úpravu vstupního napětí.**

Vlastnosti LED žárovek

Současné LED žárovky jsou vyráběny v nejrozličnějších variantách, co se týče konstrukce, i světelného výkonu. Na trhu tak najdete velmi levné LED žárovky, s malým výkonem, které jsou určené pro použití jako "bludičky" na přisvětlení chodeb apod., přes žárovky, které nahradí staré vakuové žárovky, až po speciální vysoce výkonné soustavy LED čipů, nahrazujících sodíkové výbojky v pouličních lampách. Nejdůležitější veličinou je "Světelný výkon" (jednotka Lumen). **Podle této hodnoty je možné celkem snadno porovnávat jednotlivé LED žárovky mezi sebou.** Nicméně je vždy důležité podívat se i na konstrukci žárovky a zhodnotit, zda je důležité bodové, nebo rozptýlené světlo. Pokud potřebujete osvětlit pouze konkrétní plochu, např. pracovní stůl, bude Vám možná stačit bodová žárovka s např. polovičním světelným výkonem, oproti LED žárovce s rozptýleným světlem, která kromě zmíněného pracovního stolu osvítil vše kolem. **Když podělíte celkový světelný výkon LED žárovky jejím příkonem (spotřebou) ve Watech, dostanete se k účinnosti. Současné LED žárovky dosahují hodnot běžně od 60 Lm/Watt až po 120Lm/Watt.** Pokud má tedy LED žárovka účinnost řekněme 100Lm/1Watt, a příkon (spotřeba) této žárovky je 5W, pak její celkový světelný výkon je 500Lm.



Nové možnosti LED diod

V roce 1995 se podařilo vyrobit první bílou diodu bez použití tří různobarevných čipů, tedy první bílou LED s jedním čipem s využitím luminoforu. Tento typ LED diody využívá modrou, nebo ultrafialovou diodu v kombinaci s luminoforem, který je umístěn v průsvitném pouzdře LED diody. (Bílá LED byla přímo závislá na modré, která se objevila až v roce 1993.) **Tento typ LED diod otevřel cestu ke konstrukci první smysluplné LED žárovky.**



Barva světla

Denní i umělé světlo má různé barvy. Barva je dána teplotou chromatičnosti udávanou v Kelvinech (K). Čím vyšší je teplota chromatičnosti, tím více se barva podobá dennímu světlu (2 700 K - teple bílá, 4 000 K - bílá, 6 000 K - denní bílá). Žárovky o standardní barevné teplotě 2 700 K jsou charakteristické svým příjemným teplým nažloutlým světlem vhodným všude tam, kde není potřeba dlouhodobější zrakově náročné činnosti. Vhodné jsou na chodbách, v běžných prostorech v domácnosti, v čekárnách apod. Žárovky o vyšší barevné teplotě okolo 4 000 K vydávají jasné kontrastní světlo vhodné pro studium, čtení, rýsování. Žárovky o vysoké barevné teplotě okolo 6 500 K umožňují kontrastní vidění. Světlo těchto zářivek není únavné pro oči, podporuje psychický i fyzický výkon. Vhodné jsou zejména pro osvětlení kancelářských prostor, knihoven, přednáškových sálů a všude tam, kde se dlouhodobě a intenzivně namáhá zrak.

Veličiny a jednotky, které souvisí s LED žárovkami

Svítivost LED žárovky (Candela) Hustota světelných paprsků LED žárovky. V podstatě se jedná o hustotu světla, které vyzařuje LED žárovka v určitém úhlu. Svítivost se u LED žárovek uvádí zpravidla jako jedna hodnota, která platí pro určitý úhel svitu (např. 45stupňů), nebo je předkládán graf, na kterém jsou zaznamenány hodnoty svítivosti do všech úhlů.

Světelný výkon - světelný tok LED žárovky (Lumen): Světelný výkon vyjadřuje celkový světelný výkon LED žárovky vyzářený do všech směrů. Tato jednotka je pro posouzení celkového výkonu LED žárovky nejvhodnější a také nejrozumnější z hlediska porovnání výkonu klasické vláknové žárovky a LED žárovky.

Světelná účinnost LED žárovky (lm/W): Hodnota celkového světelného výkonu LED žárovky na 1 Watt spotřebované energie. Za pomoci této hodnoty se dá velmi rychle porovnat energetická účinnost různých typů LED žárovek. U běžných vláknových žárovek jsou hodnoty světelné účinnosti v rozmezí od 10 do 18 lm/W. U LED žárovek je to rozsah od 50 až do asi 150lm/W.

Máte k dispozici např. dvě LED žárovky, z nichž první má světelný výkon např. 350Lm a druhá 500Lm. První z LED žárovek má pak spotřebu 5W a druhá 10W. První LED žárovka má pak světelnou účinnost 70Lm/W a druhá 50Lm/W. Z uvedeného příkladu jasně vyplývá, že první ze žárovek má vyšší účinnost, tzn. že je úspornější (dává více světla na 1W spotřebované energie).

Osvětlení LED žárovky (Lux): Jedná se o celkový světelný výkon LED žárovky, který dopadne na jednotku plochy. Pokud tedy potřebujete osvětlit určité místo, jako je pracovní plocha kuchyňské linky, pracovní stůl apod., je ideální porovnávat jednotlivé LED žárovky podle hodnot Osvětlení (Lux), které jsou schopné poskytnout na dané ploše. Platí pravidlo: $1\text{Lux} = 1\text{Lumen} / 1\text{m}^2$. Z uvedeného vzorce je jasné, že se vlastně porovnává kolik Lumenů "dopadne" na určitou plochu.

Požadovaná intenzita umělého osvětlení:

Intenzita	Použití
50 - 100 lx	celkové nebo odstupňované osvětlení obytné místnosti s místním osvětlením
100 - 150 lx	obytné kuchyně, koupelny, WC
200 lx	jídelní prostory
300 lx	studium, psaní, kreslení, kuchyňské práce aj.
200 - 500 lx	osvětlení pracovních prostorů bez místního osvětlení
500 lx	jemné ruční práce

Doporučená literatura:

[1] ULRICH, Daniel. *LEDky*. třetí vydání. Hradec Králové, 2011. 5 s. Dostupné z WWW:

<http://vyuka.hradebni.cz>.

Literatura:

[2] LED žárovky. *Ledkové žárovky* [online]. 2011 [cit. 2011-02-10]. Dostupné z WWW:

<http://www.ledkovezarovky.cz/> .

[3] *Kupzarovky.cz* [online]. [cit. 2011-02-10]. Jakou vybrat úsporku místo stávající žárovky.

Dostupné z WWW: <http://www.kupzarovky.cz/jakou-vybrat-usporku-misto-stavajici-zarovky-ez-1.html>.

[4] *Deramax.cz* : *elektronika pro dům a zahradu* [online]. 0 [cit. 2011-02-10]. LED žárovky.

Dostupné z WWW: <http://www.deramax.cz/led-zarovky/t-117/>.

[5] BUDINSKÝ, Zdeněk. *Praktická elektronika A Radio : LED žárovka na 230 V*. Praha : AMARO, 2/2009. str. 22-24.

LED žárovka na 230 V

Ing. Zdeněk Budinský

Svitivost LED dnes již dosahuje takové úrovně, že je možné sestavit žárovku, konkurující účinností přeměny elektrické energie na světlo i úsporným zářivkám. Navíc životnost takových LED žárovek je až pětadvacetinásobně delší než u obyčejných žárovek, takže se hodí do míst s trvalým osvětlením nebo obtížně přístupných. Bílá LED žárovka s příkonem 7,5 W svítí přibližně jako 30 W běžná žárovka. LED žárovka může svítit i jinou barvou, ve které se LED vyrábějí, případně může svítit každým směrem jinou barvou, což ani žárovka, ani zářivka nedovedou.

Základní technické údaje

Napájecí napětí: 230 V/50 Hz
Proud LED: 25 mA
Počet diod zapojených v sérii:
 bílé, zelené nebo modré - 85 ks,
 červené, žluté - 125 ks,
 mix barev - 105 ks.
Příkon: 7,5 W.
Životnost: až 25 000 hodin.

Popis zapojení

Zatím nejsou běžně dostupné miniaturní splňané zdroje, které by přizpůsobily vysoké síťové napětí nízkému napájecímu napětí LED a zároveň se vešly do těla žárovky. Proto byl zvolen dlouhý řetězec sériově zapojených LED s tranzistorovým omezovačem proudu. Počet diod v řetězci závisí na barvě diody, nebo lépe řečeno

na napětí, které je potřeba k jejímu rozsvícení. Proto je LED žárovka s červenými nebo žlutými LED složena ze 125 diod, zatímco bílých, zelených a modrých diod stačí 85 kusů.

Schéma zapojení je na obr. 1. Síťové napájení 230 V je usměrněno čtyřmi diodami D1 až D4. Usměrněné napětí je přivedeno na sériový řetězec diod LED1 až LED125. Aby se proud tekoucí LED diodami neměnil při kolísajícím napájení, je do série zapojen stabilizátor proudu. Ten je tvořen tranzistorem T1, buzeným přes rezistor R2. Rezistorem R1 protéká stejný proud, jako teče LED diodami. Jakmile úbytek na tomto rezistoru přesáhne přibližně 600 mV, otevře se tranzistor T2 a zmenší budící proud tranzistoru T1. Tím se omezí proud tekoucí LED na bezpečnou úroveň. Změnou odporu rezistoru R1 lze tak



snadno nastavit proud procházející LED.

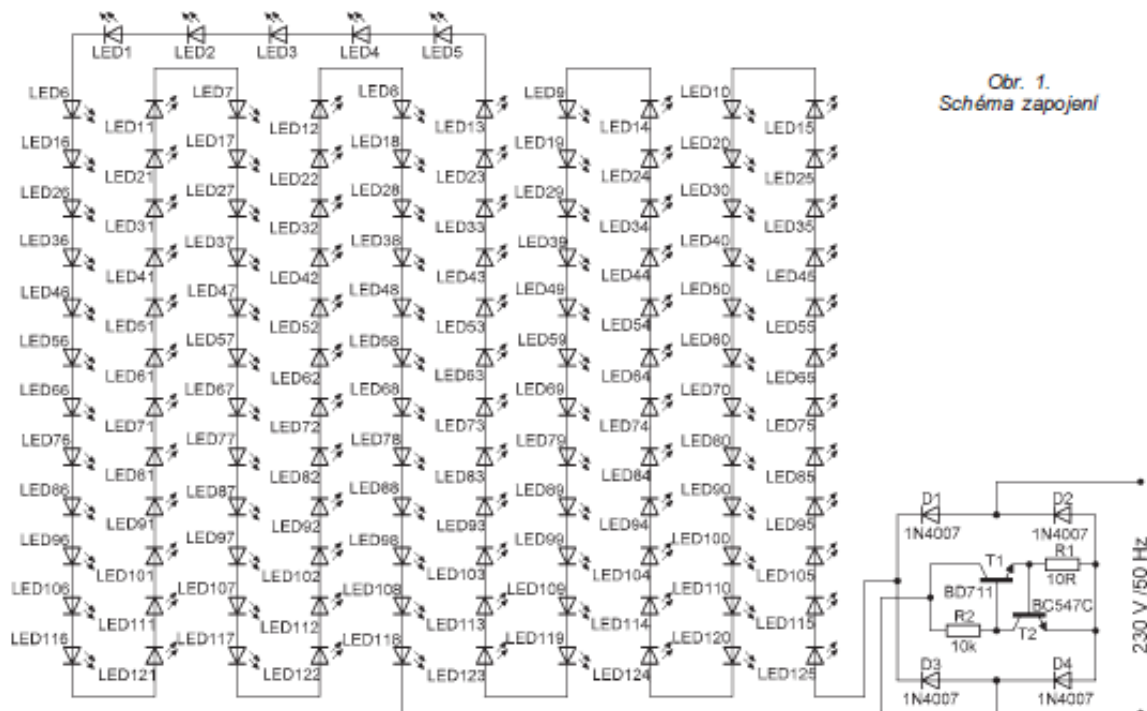
Popis konstrukce

Deska s plošnými spoji je na obr. 2, rozmištění součástek na desce je na obr. 3.

Desku rozlámeme na deset segmentů, nesoucích LED, a dvě kruhové destičky. Drážky mezi segmenty je vhodné prohloubit ostrým nožem, aby je bylo možné od sebe snáze oddělit. Potom vyplujeme deset obdélníkových drážek v předvrtaných místech po obvodu obou kruhových destiček.

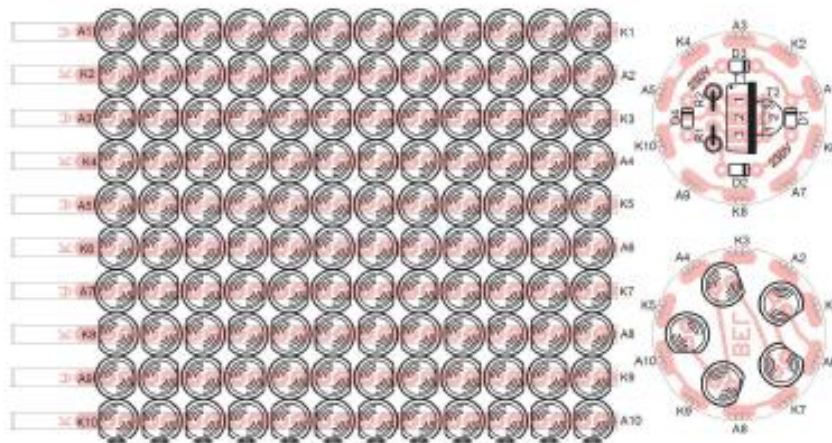
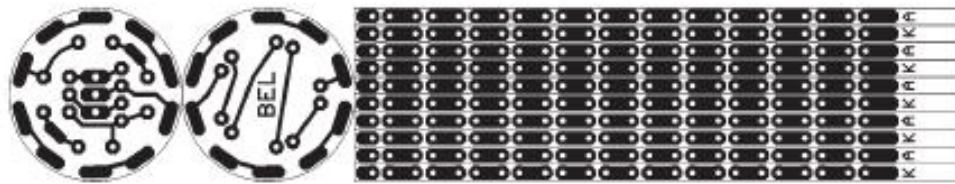
Podle použitého počtu diod zkrátíme segmenty pro LED na patřičnou délku. Potom připájíme LED do segmentů vždy střídavě katodami (jsou označeny ploškou na pouzdru diody) směrem k písmenku K nebo anodami k písmenku A a na horní kruhovou desku. Nakonec připájíme zbylé součástky na spodní kruhovou desku.

K pájení lze použít pistolovou páječku s očkem z měděného drátu o průměru asi 0,7 mm nebo mikropáječku. Po zapájení všech součástek odstraníme špičatým nástrojem zbytky kalafuny, abychom odhalili pří-



Obr. 1.
Schéma zapojení

Obr. 2
Obrazec
plošných spojů
(139,7 x 25,4 mm)
LED žárovky



Obr. 3
Rozmístění součástek

padně nedokonalé spoje nebo zkraty (pohledem proti světlu).

Následuje sestavení těla žárovky. Obě kruhové destičky musí být spojeny s LED v poloze, v jaké jsou nakresleny na obr. 3. Pozor, pokud by destičky byly spojeny v jiné poloze, LED žárovka by nefungovala! Postup montáže je vidět na obrázcích.

Nejprve připájíme dva protilehlé segmenty s LED k horní destičce (obr. 4a). Segmenty musejí být připájeny kolmo k desce i rovnoběžně s osou žárovky. Pozor! Musí se pravidelně střídát segmenty označené písmeny K a A. Nápisy A1 až A10 a K1 až K10 označují místa, která budou propojena destičkami s LED. Z označení vyplývá i vzájemná poloha horní a dolní destičky (A1 a K1 musí být nad sebou). Potom oba segmenty připájíme k dolní destičce tak, aby obě kruhové destičky byly rovnoběžně.

Pak připájíme zbylé segmenty s LED (obr. 4b). Trochu obtížnější je montáž posledního segmentu k horní kruhové destičce, kdy je nutné prostrčit pájecí hrot mezerou mezi protějšími segmenty (obr. 4c).

Potom připájíme drátové vodiče délky asi 50 mm k ploškám 230 V (vstup usměrňovače) na spodní kruhové destičce. Pomocí těchto vodičů se později propojí objímka žárovky se vstupy usměrňovače (obr. 4g, 4h).

Jakmile je LED žárovka smontována, je nutné ji vyzkoušet. Pozor! V této fázi je nutno dávat velký pozor na možný úraz elektrickým proudem, protože pracujeme se síťovým napětím 230 V! Žárovku připojíme přes ampérmetr na napětí 230 V a zkontrolujeme, zda svítí všechny LED. Změříme proud odebraný ze sítě a případnou odchylku od proudu 25 mA můžeme odstranit změnou odporu rezistoru R1 (menší odpor = větší proud a naopak).

Objímku získáme z vadné žárovky. Opatrně rozbijeme skleněnou baňku žárovky a odstraníme vše včetně tmele, kterým byla baňka upevněna v objímce (obr. 4i).



Obr. 4. Postup montáže LED žárovky

Do čisté objímky vyvrtáme otvory pro připojení drátových přívodů od LED žárovky. Jeden otvor bude v čepičce objímky a druhý na boku objímky v místě, kde byla připájena původní žárovka (obr. 4j).

Pak natřeme po celé ploše uvnitř závít v objímce lepidlem, prostrčíme drátové přívody oběma otvory, zasuneme přečnávající segmenty do objímky a necháme lepidlo zaschnout. Nakonec připájíme drátové přívody k čepičce a k boku objímky (obr. 4k).

Tím je žárovka hotová a můžeme ji začít používat.

Seznam součástek

T1	BD711
T2	BC547C
R1	10 Ω
R2	10 kΩ
D1 až D4	1N4007
LED1 až LED125	počet kusů podle barvy, viz text

deska s plošnými spoji

Pro zájemce o stavbu LED žárovky jsou připraveny sady součástek a desky s plošnými spoji (viz seznam součástek) ve verzi bílé, zelené nebo modré (85 LED) za 500 Kč, žluté



Obr. 5. Porovnání svítivosti žárovky 60 W (vlevo) s LED žárovkou

(125 ks LED) za 460 Kč, červené (125 ks LED) za 580 Kč nebo různobarevné (20 ks bílé, 20 ks červené, 20 ks modré, 20 ks zelené a 25 ks žluté) za 540 Kč. Stavebnice neobsahují objímku. Objednávku můžete poslat na adresu: BEL, Eliášova 38, Praha 6, 160 00, tel. 222 950 345, info@bel-shop.eu. Komerční využití tohoto návodu bez souhlasu autora není dovoleno.

Závěr

Udělejme si na závěr analýzu celkových nákladů na pořízení a provoz žárovky po dobu životnosti v porov-

nání s běžnou 25 W žárovkou. Předpokládejme životnost 25 000 hodin, což jsou necelé tři roky nepřetržitého svícení. Pořizovací cena stavebnice žárovky s 85 bílými LED je asi 500 Kč. Pořizovací cena 25 žárovek s příkonem 25 W a životností 1000 hodin je asi 300 Kč. Spotřeba LED žárovky s příkonem 7,5 W je za 25 000 hodin provozu a ceně 4 Kč za kWh 750 Kč. Pro žárovku 25 W je to za stejné období 2500 Kč. Ze srovnání celkových nákladů (bez nákladů na výměnu ve špatně dostupných místech a nákup žárovek) vyplývá, že LED žárovka začne majiteli šetřit peníze již po 8,5 měsících svícení.



Obr. 6. Porovnání velikosti LED žárovky s klasickou žárovkou