

## Stručný postup návrhu LED osvětlení – Část první

### Počet LED v jedné sekci:

Pokud jde o návrh svícení s UV LED, vycházejme z předpokladu, že při průchodu jmenovitého proudu bude na LED úbytek napětí kolem 3V. Přesně to lze zjistit z VA charakteristiky uvedené v katalogovém listu příslušné LED. Pokud budeme uvažovat o napájení z klasického 12V olověného akumulátoru, znamená to, že můžeme v jedné sekci použít až 3 LED zapojené do série s tím, že výsledný úbytek napětí bude v rozmezí 9 až 9,5 V.

### Omezení proudu procházejícího LED:

To je v zásadě možné provést dvojím způsobem a to:

#### Použitím rezistoru

Řešení je výhodné svou jednoduchostí, ale jeho nevýhodou jsou změny svítivosti LED v závislosti na napájecím napětí, tedy v závislosti na vybíjení akumulátoru. Stanovení hodnoty odporu a výkonové zátěže rezistoru je následující:

$$R = (U_n - N * U_{LED}) / I_{LED}$$

R: Hodnota odporu v  $\Omega$

$U_n$ : Maximální napájecí napětí (plně nabitý akumulátor)

N: Počet LED v sekci

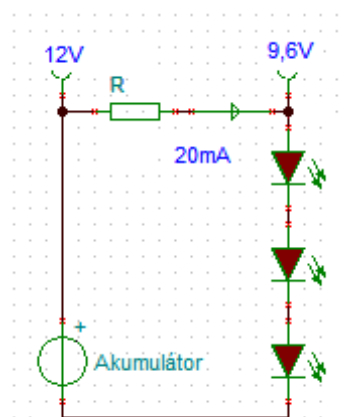
$U_{LED}$ : Úbytek napětí na jedné LED při proudu  $I_{LED}$

$I_{LED}$ : Proud procházející LED (Musí být vždy menší než maximální povolený trvalý proud daného typu LED uvedený v katalogovém listu)

$$P = (U_n - N * U_{LED}) * I_{LED}$$

P: Ztrátový výkon na rezistoru ve W

Hodnotu odporu a výkonovou zatížitelnost použitého rezistoru volíme nejbližší vyšší než je vypočtená hodnota. Tím se vyhneme přetížení všech prvků v dané sekci.



Příklad:

$U_n$ : 12 V

N: 3

$U_{LED}$ : 3,2 V

$I_{LED}$ : 0,02 A (20mA)

$$R = (12 - 3 * 3,2) / 0,02 = 120 \Omega$$

Použijeme tedy rezistor s odporem 120  $\Omega$

$$P = 2,4 * 0,02 = 0,048 \text{ W}$$

s povolenou výkonovou ztrátou například 0,125 W

### Použitím zdroje proudu

Řešení je sice obvodově složitější, ale jeho výhodou je, že v průběhu vybíjení akumulátoru nedochází ke změně svítivosti LED v závislosti na napájecím napětí, protože tyto jsou napájeny stále stejným proudem. Vycházíme z předpokladu, že na přechodu báze-emitor tranzistoru T2 je napětí kolem 0,7 V. To je sice mírně závislé na proudu procházejícím přechodem a na teplotě, nicméně pro náš účel to můžeme zanedbat. Vzhledem k tomu, že tranzistor T2 tvoří zápornou zpětnou vazbu tranzistoru T1, bude toto napětí úměrné proudu procházejícím LED, tranzistorem T1 a odporem R1, přičemž při hodnotě napětí akumulátoru vyšší než součet úbytků napětí na všech LED, rezistoru R1 a cca 0,2 V na tranzistoru T2 bude tento stále stejný a bude roven hodnotě vypočtené dle následujícího vztahu:

$$I_{LED} = 0,7 / R1 \text{ resp. } R1 = 0,7 / I_{LED}$$

R1: Hodnota odporu v  $\Omega$

Dále je třeba zajistit, aby maximální (trvalý) povolený proud tranzistoru T2 byl vyšší než hodnota  $I_{LED}$  a zvolit tranzistor T2 s povolenou výkonovou ztrátou vyšší než:

$$P_{T2} = U_{T2} * I_{LED}$$

kde

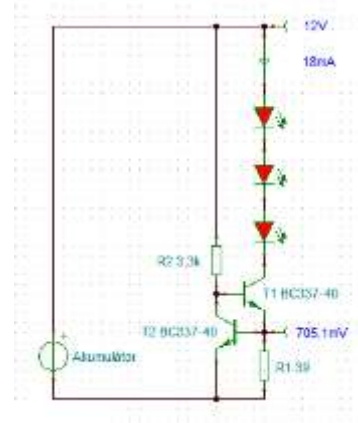
$$U_{T2} = U_n - (0,7 + N * U_{LED})$$

V případě požadavku na zkratuvzdornost výstupu musí platit:

$$U_{T2} = U_n - 0,7$$

Dále je třeba stanovit hodnotu rezistoru R2 tak aby proud procházející do báze T2 dokázal tento tranzistor otevřít do té míry, aby jím byl schopen procházet požadovaný proud  $I_{LED}$ . Maximální hodnotu rezistoru R2 vypočteme s pomocí parametru  $h_{21e}$  (proudový zesilovací činitel) tranzistoru T2, proudu  $I_{LED}$  a minimálního provozního napětí tak, aby na bázi T2 bylo napětí 1,4 V ( $2 * 0,7 \text{ V} \rightarrow$  tranzistor T1 + tranzistor T2) dle následujícího vztahu:

$$R2 < h_{21e} * (N * U_{LED} - 0,7) / I_{LED}$$



Příklad:

$$I_{LED} = 0,02 \text{ A (20mA)}$$

$$R1 = 0,7 / 0,02 = 35 \Omega$$

Použijeme tedy rezistor s odporem 39  $\Omega$

$$I_{LED} = 0,7 / 39 = 0,0179 \text{ A}$$

$$P = 0,7 * 0,0179 = 0,0126 \text{ W}$$

s povolenou výkonovou ztrátou například 0,125 W

$$I_C > I_{LED} \rightarrow 0,8 \text{ A} > 0,0179 \text{ A}$$

Požadavek na proud tranzistoru je splněn

$$P_{T2} = (12 - 3 * 3,2 - 0,7) * 0,0179 = 0,031 \text{ W}$$

resp.

$$P_{T2} = (12 - 0,7) * 0,0179 = 0,202 \text{ W}$$

Pro zkratuvzdorné řešení volím tranzistor s výkonovou ztrátou 0,625 W

Pro  $h_{21e} > 100$

$$R2 < 100 * (3 * 3,2 - 0,7) / 0,0179 = 49720 \Omega$$

V příkladu jsem použil rezistor 3,3 k $\Omega$  tedy cca 15 x menší hodnotu než stanovenou výpočtem. Nerovnosti to vyhovuje.