

## Připojení LED k hradlům

Velmi často se stav **hradla** indikuje připojenou **LED**, která má **prahové napětí diody**  $U_D$  a kterou smí procházet maximálně proud  $I_D$ . Hodnoty prahového napětí  $U_D$  a maximálního proudu, který smí LED procházet, lze najít ve specifikacích k jednotlivým druhům LED. Pro nejběžněji používané nízkopříkonové LED vyzařující **světlo** červené barvy je  $U_D = 1,6 \text{ V}$  a  $I_D \in \{3, 5\} \text{ mA}$ ; hodnoty proudu  $I_D$  jsou přitom menší než maximální proud, který hradlem ve stavu H na **výstupu** teče (tj.  $I_{OHmax} = 8 \text{ mA}$ ).

**LED** může svým svitem signalizovat stav logické jedničky i stav logické nuly na výstupu hradla. V obou případech je nutné zapojit spolu s LED i ochranný **rezistor**, který zabrání jejímu přepálení:

1. **LED svítí ve stavu logická 1 (stav H)** - podle obr. 24 platí  $U_{OH} = U_R + U_D$ , přičemž nejkritičtější je situace pro  $U_{OH} = U_{CC}$  (sériová kombinace ochranného rezistoru a diody je připojena k nejvyššímu napětí, a proto obvodem prochází nejvyšší **elektrický proud**). Proto tedy určíme odpor ochranného rezistoru pro tento případ:  $U_{CC} = U_R + U_D = RI_D + U_D$ .

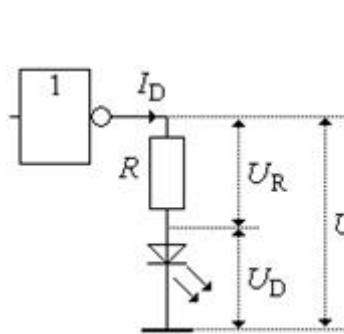
Odsud dostáváme  $R = \frac{U_{CC} - U_D}{I_D}$  a po dosazení známých hodnot získáme:

$$R = \frac{5 - 1,6}{0,003} \Omega = 1133 \Omega,$$

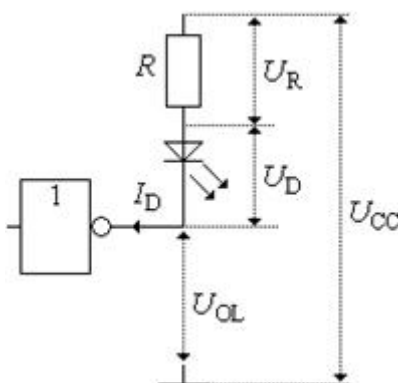
2. **LED svítí ve stavu logická 0 (stav L)** - podle schématu na obr. 25 platí:

$U_{CC} = U_R + U_D + U_{OL}$ . Nejhorší situace nastane pro  $U_{OL} = U_{GND} = 0 \text{ V}$  (sériová kombinace rezistoru a diody, které jsou připojené ke konstantnímu napětí  $U_{CC}$ , bude mít nejvyšší napětí a obvodem tak bude procházet nejvyšší proud). Proto určíme hodnotu odporu  $R$  ochranného rezistoru pro tento případ:  $U_{CC} = U_R + U_D = RI_D + U_D$ , odkud dostáváme stejný vztah jako v případě zapojení, kdy LED svítí ve stavu logické jedničky, tj.

$R = \frac{U_{CC} - U_D}{I_D}$ . Po dosazení získáme opět hodnotu odporu v řádu  $1 \text{ k}\Omega$ .



Obr. 24



Obr. 25

Při praktickém zapojování pak zvolíme jmenovitou hodnotu odporu ochranného rezistoru, která se nejvíce blíží vypočítané hodnotě  $R$ . Svítí-li LED málo jasně, můžeme jmenovitou hodnotu odporu ochranného rezistoru snížit.