

# Vážení zákazníci,

dovolujeme si Vás upozornit, že na tuto ukázkou knihy se vztahují autorská práva, tzv. copyright.

To znamená, že ukáзка má sloužit výhradně pro osobní potřebu potenciálního kupujícího (aby čtenář viděl, jakým způsobem je titul zpracován a mohl se také podle tohoto, jako jednoho z parametrů, rozhodnout, zda titul koupí či ne).

Z toho vyplývá, že není dovoleno tuto ukázkou jakýmkoliv způsobem dále šířit, veřejně či neveřejně např. umístováním na datová média, na jiné internetové stránky (ani prostřednictvím odkazů) apod.

*redakce nakladatelství BEN – technická literatura*  
[redakce@ben.cz](mailto:redakce@ben.cz)



# 3 Zobrazovače

Stejně důležitou periferií jako klávesnice je zobrazovač. Nemusí jít pouze o displej, který zobrazuje text nebo čísla. Velice často jde o jednu či několik LED, které indikují stav systému.

## 3.1 Způsoby ovládání zobrazovačů



Potřebný čas  
k prostudování  
20 minut

V této kapitole se seznámíme se základními principy činnosti displejů a indikátorů, kterým zde budeme říkat zobrazovače.

Ukážeme si zde způsoby řízení jejich prvků (segmentů, LED diod, dekodérů apod.) mikrokontrolérem.

Zobrazovací prvky lze připojit k mikrokontroléru buď přímo, nebo přes řídicí obvody. Řídicími obvody mohou být například dekodéry, výkonové budiče, expandéry výstupů a speciální obvody, které celé zobrazování řídí, a my jim pouze dáváme instrukce, co a jak mají zobrazovat. Podívejme se nyní trochu blíže na tyto jednotlivé způsoby.

Zobrazovače pak mohou buď svítit trvale, nebo mohou být řízeny multiplexně.

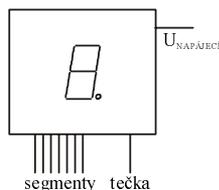
Přímé připojení k výstupům s trvalým svitem je takové, kdy každý zobrazovací prvek je připojen na samostatný výstup mikrokontroléru. Mikrokontrolér přímo rozsvěcuje a zhasíná jednotlivé prvky zobrazovače. Tento způsob ovládání vyžaduje, aby počet výstupů byl alespoň stejný, jako je počet vstupů zobrazovače. Takto jsou přímo obvykle ovládány jen indikační LED.

Výhodou je snadná obsluha a nízká cena, nevýhodou potřeba velkého počtu výstupů mikrokontroléru.

**Příklad:** Pro připojení jedné číslicovky (také se jí říká sedmissegmentovka) by bylo potřeba sedmi vstupů (sedm katod nebo anod tohoto zobrazovače). Pro realizaci displeje se čtyřmi číslicovkami, dvacet osm vstupů. Při použití tečky navíc další vstup.

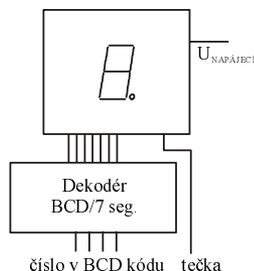


Obr. 3.1 Přímé připojení jedné číslicovky



Pokud bychom před číslicovku předřadili dekodér 7 segm./BCD, potřebný počet vstupů by klesl ze sedmi na čtyři pro jednu číslici. Dekodér má totiž pouze čtyři vstupy a svými sedmi výstupy přímo řídí svit segmentů.

Obr. 3.2 Redukce počtu vývodů pomocí dekodéru



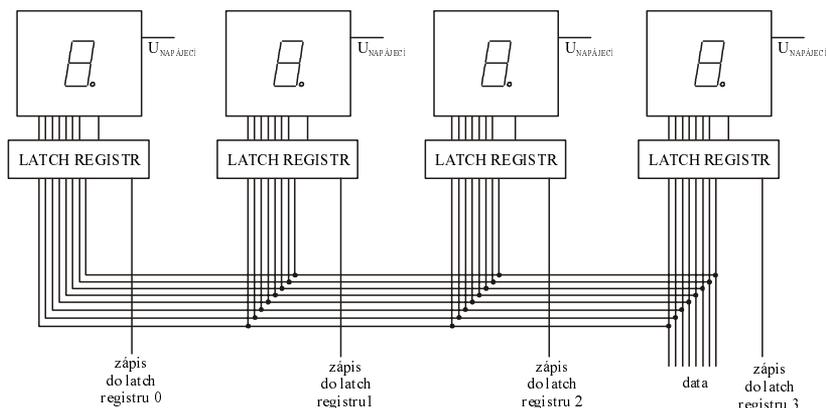
Chceme-li více redukovat počet výstupů potřebných k ovládní zobrazo-  
vačů, lze použít pro expanzi výstupů například latch registry. Každý zobrazovací  
prvek bude připojen k jednomu bitu těchto registrů. Do registrů postupně ulo-  
žíme stav výstupů pro každou číslici zobrazovače. Tento stav tam bude do  
jeho dalšího přepsání.

Výhodou je opět poměrně snadné ovládání, nenáročné na čas obsluhy mi-  
krokontrolérem, nevýhodou je vyšší cena a složitější obvodová realizace  
takového zobrazovače.

**Příklad:** Pro realizaci displeje se čtyřmi číslicovkami včetně tečky by bylo potřeba  
osm výstupů a pro řízení zápisu do čtyř sedmibitových latch registrů čtyř výstupů.  
V tomto případě se nám redukoval počet potřebných výstupů (32 na 12).

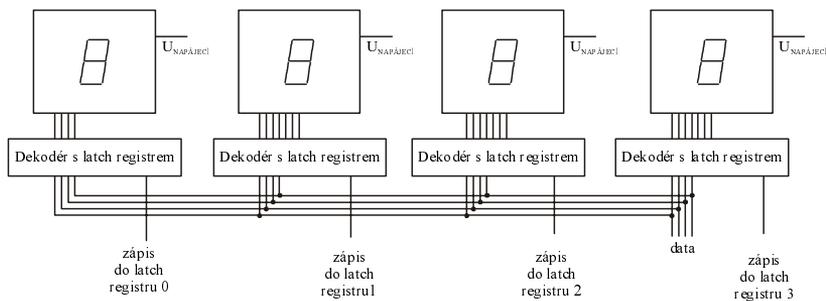


Použití  
expanderu  
výstupů  
s trvalým svitem



Obr. 3.3 Zapojení čtyř číslicovek s LATCH registry

Pokud bychom před číslicovku bez tečky předřadili dekodér, použili čtyři čtyřbitové  
latch registry, které by byly řízeny čtyřmi řídicími signály povolení zápisu, pak by se  
počet vstupů redukoval dokonce na osm.



Obr. 3.4 Zapojení čtyř číslicovek s LATCH registry a dekodéry

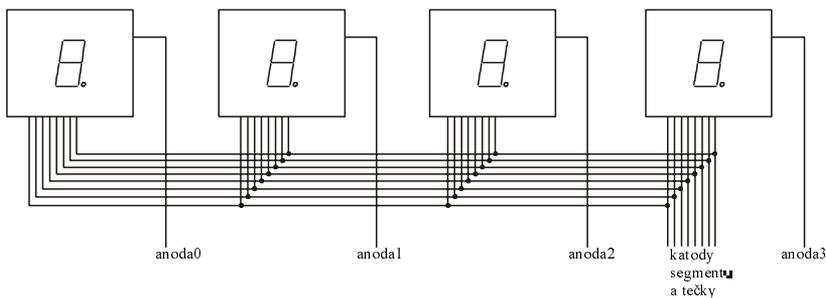


Nejčastěji se však používá multiplexní řízení zobrazovačů. Každý zobrazovací prvek, který má být rozsvícen, je rozsvícen alespoň 25krát za sekundu. Prvky se rozsvěcují jeden po druhém tak, že v daný okamžik svítí pouze jeden. Setrvačnost lidského oka si tato bliknutí spojí, a člověku se zdá, jako by zobrazovací prvky svítily trvale. Čím častěji jsou prvky rozsvěcovány, tím méně člověk vnímá toto blikání.

Výhodou je nízká cena, nevýhodou časově náročnější obsluha zobrazovače mikrokontrolérem.

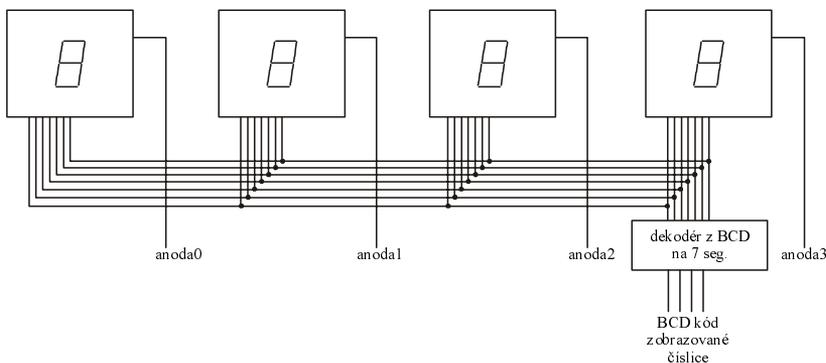


**Příklad:** Budeme-li multiplexně řídit čtyři číslicovky, budeme potřebovat pouze dvanáct výstupů (osm na katody segmentů a tečky, a čtyři na řízení anod). Nebudou potřeba latch registry.



Obr. 3.5 Zapojení čtyř číslicovek pro multiplexní řízení

Při použití dekodéru pouze osm výstupů (čtyři výstupy pro vstupy dekodéru a čtyři výstupy pro řízení anod číslicovek).



Obr. 3.6 Zapojení čtyř číslicovek a dekodéru pro multiplexní řízení



Poslední způsob realizace zobrazovače je použití speciálních obvodů pro řízení zobrazení. Tyto obvody jsou ve skutečnosti značně složité systémy. Obvykle samy obsahují nějaké mikrokontroléry nebo složité zákaznické ob-

vody. Komunikace s nimi probíhá buď sériovou datovou linkou nebo paralelním přenosem dat za spolupráce různých řídicích signálů. Takto jsou konstruovány například moduly řádkového displeje, s maticovým displejem a podobně. Náš mikrokontrolér jim posílá kódy znaků, které mají být zobrazeny a kódy odpovídající instrukcím, jak a nebo kde mají být tyto znaky zobrazeny. Veškerou obsluhu vlastního zobrazování již provádí obvody těchto modulů.

Příklad zapojení zde nebudeme uvádět. Naleznete jej na konci následující kapitoly, kde bude podrobně popsána komunikace s takovýmto zobrazovačem.

Výhodou těchto zobrazovačů je komfort a profesionalita, s jakou zobrazování probíhá, jednoduchost komunikace i její poměrně nenáročné řízení. Nevýhodou je poměrně vysoká cena.

### ÚKOLY

- 1. Mělo by smysl použít latch registr při multiplexním řízení? Pokud ano, tak kdy?*
- 2. Kdy by podle vás bylo vhodné a kdy nevhodné použití inteligentních zobrazovačů?*
- 3. Uveďte příklady, kde jste se v praxi setkali s jednotlivými typy zobrazovačů.*
- 4. Lze navenek rozpoznat způsob řízení zobrazovače? Pokud ano, jak?*



## 3.2 Příklady realizací zobrazovačů

### 3.2.1 Přímé připojení zobrazovacích prvků k výstupům mikrokontroléru



Potřebný čas  
k prostudování  
25 minut

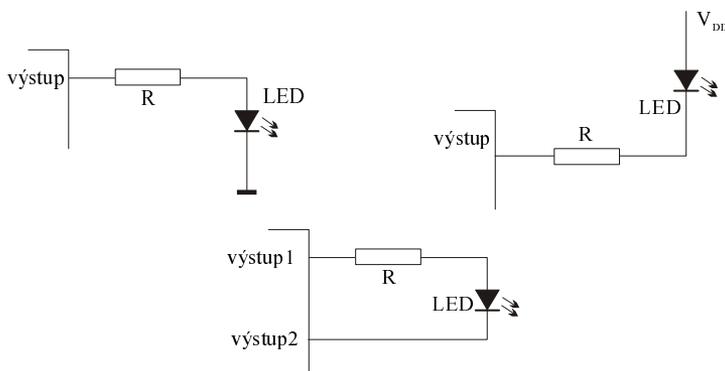


Zobrazovací  
prvky připojené  
přímo k I/O portu

V této kapitole si ukážeme přímé připojení zobrazovacích prvků k výstupům mikrokontroléru.

Ukážeme si způsoby posílení výstupů mikrokontroléru.

Přímo lze připojit pouze zobrazovače, které nepřetíží výstupy mikrokontroléru. Nejčastěji to bývají LED, segmentové zobrazovače (sedmi či více segmentové), mohou to být i maticové zobrazovače, nebo i vícemístné zobrazovací jednotky s trvalým svitem nebo multiplexně řízené.



Obr. 3.7 Připojení zobrazovacích prvků přímo k I/O portu

Jejich základní zapojení je obvykle následující:

Výpočet velikosti odporu byl již mnohokrát vysvětlován. Proto zde uvedu pouze pro úplnost vzorce, pro jeho výpočet.

Je-li LED katodou připojená k zemi, pak svítí při úrovni H na výstupu.

$$I_F = V_{DD} - V_F / (R + R_{OH})$$

Při připojení anody na  $V_{DD}$ , bude LED svítit při úrovni L na výstupu.

$$I_F = V_{DD} - V_F / (R + R_{OL})$$

Je-li LED připojená oběma vývody k výstupům mikrokontroléru, pak bude svít pouze v případě, že je výstup2 v úrovni L a výstup1 v úrovni H.

$$I_F = V_{DD} - V_F / (R + R_{OH} + R_{OL})$$

kde  $I_F$  je požadovaný proud LED,  
 $V_F$  je napětí na LED když svítí,

$V_{DD}$  je napájecí napětí mikrokontroléru,  
 $R$  je potřebný odpor,  
 $R_{OH}$  je vnitřní odpor výstupu v úrovni H,  
 $R_{OL}$  je vnitřní odpor výstupu v úrovni L.

Jistěže to nemusí být pouze LED zobrazovače, ale mohou to být i LCD. Ty se však obvykle připojují přes budicí obvody, proto se jimi zde nebudeme zabývat.

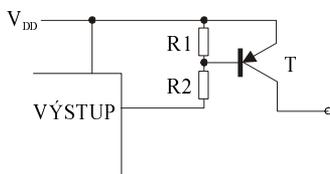
**Poznámka:** Segmentové a maticové zobrazovače jsou složeny z LED diod uspořádaných do segmentů nebo matic.

U segmentových displejů jsou buď spojeny katody všech LED segmentů, pak jde o displej se společnou katodou, nebo anody u displejů se společnou anodou.

Maticové displeje mají připojeny například anody na vývody řádků a katody na vývody sloupců matice. Připojení k mikrokontroléru je analogické s výše popsaným.



Pro ovládání zobrazovačů větším proudem, než je schopen dodat mikrokontrolér, se používá nejčastěji tranzistor, nebo hradlo s výkonovým výstupem. Výkonová hradla však v našem případě nemají moc velké uplatnění, protože mikrokontroléry PIC jsou již schopny přímo pracovat s proudy nad 20 mA. Ukážeme si použití tranzistoru na posílení výstupního proudu nad tento proud.



Obr. 3.8 Zvýšení výstupního proudu  $I_{OH}$  pomocí tranzistoru

Použijeme-li toto zapojení, tranzistorem poteče proud, je-li výstup v úrovni L. Je-li výstup v úrovni H, tranzistor je zavřený. Proud tranzistorem bude prakticky omezen pouze obvody, připojenými k jeho kolektoru. Je-li  $R1 = R2 = R$  (obvykle se takto volí), pak proud bázi lze přibližně spočítat podle vzorce

$$I_B = (V_{DD} - 1,4)/R$$

Proud bázi volíme větší než je maximální proud kolektor-emitor ( $I_{CEmax}$ ) dělený nejmenším proudovým zesilovacím činitelem tranzistoru ( $\beta$ ).

$$\beta \cdot I_B \geq I_{CEmax}$$

**Příklad:** BC557C má  $I_{CEmax} = 100$  mA  $\beta$  je 420–800. Při  $R = 4,7$  k $\Omega$  a  $V_{DD} = 5$  V je  $I_B$  přibližně 0,76 mA.

$$420 \cdot 0,76 \geq 100$$

$$319 \geq 100$$



Posílení výstupního proudu v úrovni H

