

# Číslicové počítače - cvičenia

## 3. a 4. týždeň - displeje

### Zbernica

Procesor používa na komunikáciu s okolím **výlučne zbernicu**.

Zbernica má tri časti:

- adresná zbernica (AB) - jednosmerná zbernica. Procesor (Master) na ňu zapisuje adresu zariadenia alebo miesta v pamäti
- dátová zbernica (DB) - obojsmerná. Slúži na prenos dát z/do procesora.
- riadiaca zbernica (CB). Obsahuje riadiace signály, ktorými procesor oznamuje, čo chce urobiť. Hlavné signály sú:
  - $\overline{\text{MEMW}}$  (Memory Write) – zápis do pamäťového adresného priestoru
  - $\overline{\text{MEMR}}$  (Memory Read) – čítanie z pamäťového adresného priestoru
  - $\overline{\text{IOW}}$  (Input-Output Write) – zápis do vstupno-výstupného adresného priestoru
  - $\overline{\text{IOR}}$  (Input-Output Read) – čítanie zo vstupno-výstupného adresného priestoru

Riadiace signály sú negované, to znamená, že sú aktívne v nule.

V programe CPUemul slúžia na komunikáciu po zbernici nasledovné inštrukcie:

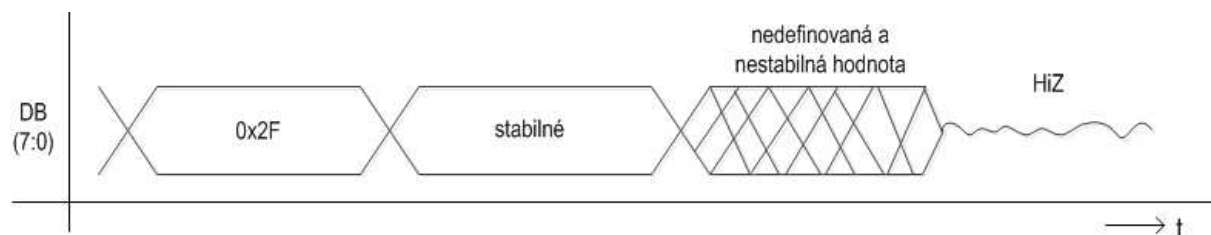
- SMI - zápis do pamäte (priame adresovanie)
- SMR - zápis do pamäte (nepriame adresovanie - pomocou registra MP)
- OUT - zápis do vstupno-výstupného zariadenia (priame adresovanie)
- LMI - čítanie z pamäte (priame adresovanie)
- LMR - čítanie z pamäte (nepriame adresovanie - pomocou registra MP)
- INN - čítanie z vstupno-výstupného zariadenia (priame adresovanie)

Na zobrazovanie priebehu komunikácie po zbernici sa používa **signálový sled**.

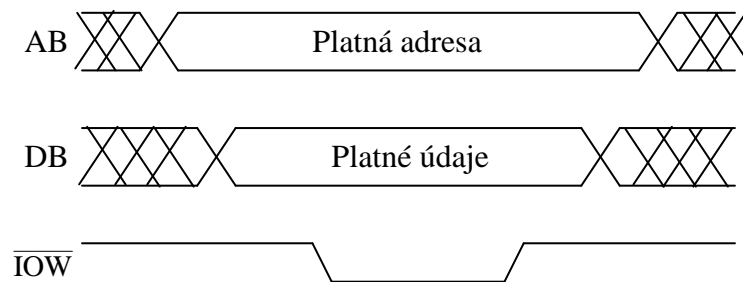
Riadiace signály sú znázornené jednoduchou čiarou, zbernice sú znázornené dvojicou čiar.

Zbernica môže byť v rôznych stavoch:

- stabilný - na jednotlivých vodičoch zbernice je konkrétna úroveň (log.0 alebo log.1), ktorá sa nemení
- nestabilný (nedefinovaný) - hodnota na vodičoch zbernice sa môže meniť
- stave vysokej impedancie (HiZ) - procesor je "odpojený" od zbernice. Na zbernicu vtedy môže zapisovať iné zariadenie.



## Signálový sled pre synchronnú zbernicu - zápis



Postupnosť krokov:

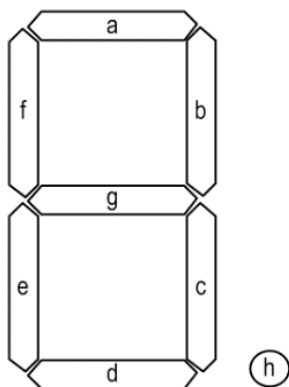
1. Procesor vyšle na adresnú zbernicu adresu zariadenia.
2. Procesor vyšle na dátovú zbernicu dáta, ktoré chce zapísať.
3. Procesor dá povel na zápis ( $IOW/ = 0$ ). V tomto čase musí zariadenie prevziať dáta zo zbernice.
4. Po určitom čase zruší procesor príkaz ( $IOW/ = 1$ ).
5. Procesor môže zmeniť obsah zberníc AB a DB.

**Istotu, že na dátovej zbernici sú platné dáta, máme, len kým je  $IOW/$  v log.0 !**

## Prepojenie zbernice a displeja

Prepojenie dátovej zbernice a displeja je možné viacerými spôsobmi. Jedna z možností:

Dátová zbernica:	7	6	5	4	3	2	1	0	
Segment:	h	g	f	e	d	c	b	a	
Znak 0:	1	1	0	0	0	0	0	0	Kód znaku = 0xC0
Znak 1:	1	1	1	1	1	0	0	1	= 0xF9
Znak 3:	1	0	1	1	0	0	0	0	= 0xB0



Pre iné prepojenie zbernice a displeja budú aj kódy znakov iné!

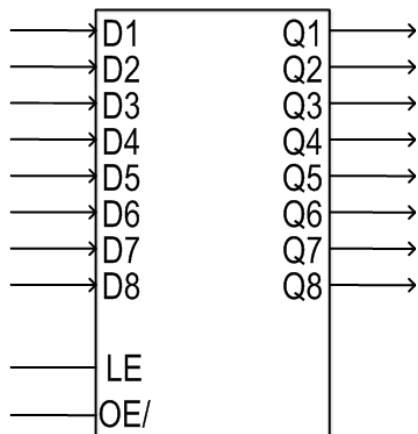
Poznámka. Segment svieti, ak je k nemu pripojená log.0.

## Trvalé zobrazenie znakov na displeji

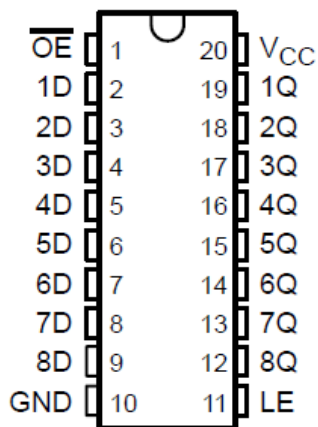
Keďže údaje na zbernici sú platné len v čase, keď je aktívny signál IOW/ (prípadne MEMW/), je potrebné použiť obvod, ktorý dokáže uchovať dáta nezmenené. Taký obvod musí mať pamäťové správanie. Môžeme využiť napr.:

- 74573 - 8 x klopný obvod D s trojstavovým výstupom (nazývaný tiež register, zadrž alebo buffer)
- 74373 - to isté ako 74573 len s iným rozložením pinov

74573



Popis obvodu 74573:



FUNCTION TABLE  
(each latch)

INPUTS			OUTPUT
$\overline{OE}$	LE	D	Q
L	H	H	H
L	H	L	L
L	L	X	$Q_0$
H	X	X	Z

Riadiace signály:

- OE/ (Output Enable) - ovláda výstup z registra. Výstup je povolený, ak je OE/ = 0. V opačnom prípade sú výstupy v stave vysokej impedancie.
- LE (Latch Enable) - ovláda zápis do registra. K zápisu dôjde, keď LE = 1. Pre LE = 0 sa obsah registra nemení (pamäťové správanie).

## Zapojenie 7-segmentového displeja

Ak chceme použiť zobrazovanie znakov na viacerých displejoch, je vhodné použiť adresnú zbernicu na adresovanie jednotlivých displejov. Možností konkrétnej realizácie je viacero. V nasledujúcom príklade je na zápis do registra 74573 použitá inštrukcia OUT, počas ktorej je aktívny riadiaci signál IW/.

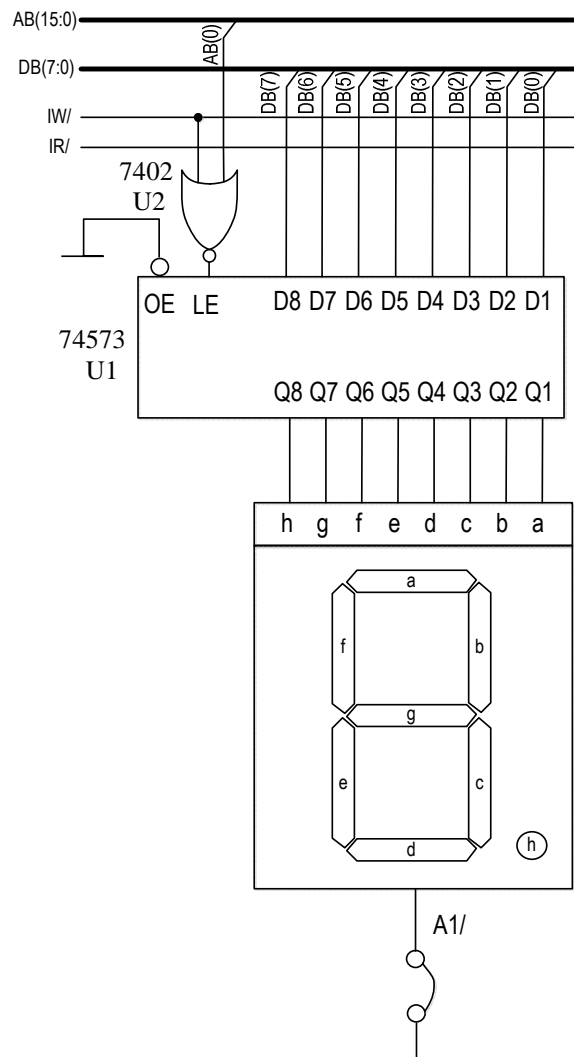
**Príklad:** Zápis na displej sa uskutoční, ak je nultý bit dátovej zbernice  $AB0 = 0$ . K zápisu do registra ( $LE = 1$ ) musí dôjsť, keď riadiaci signál  $IW/ = 0$

LE: IW/

AB0	1	0
	0	0

$$LE = AB0/ \cdot IW// = (AB0 + IW//) = AB0 \downarrow IW//$$

Na realizáciu je potrebný len negovaný súčet - NOR (7402).



Program na zobrazenie znaku:

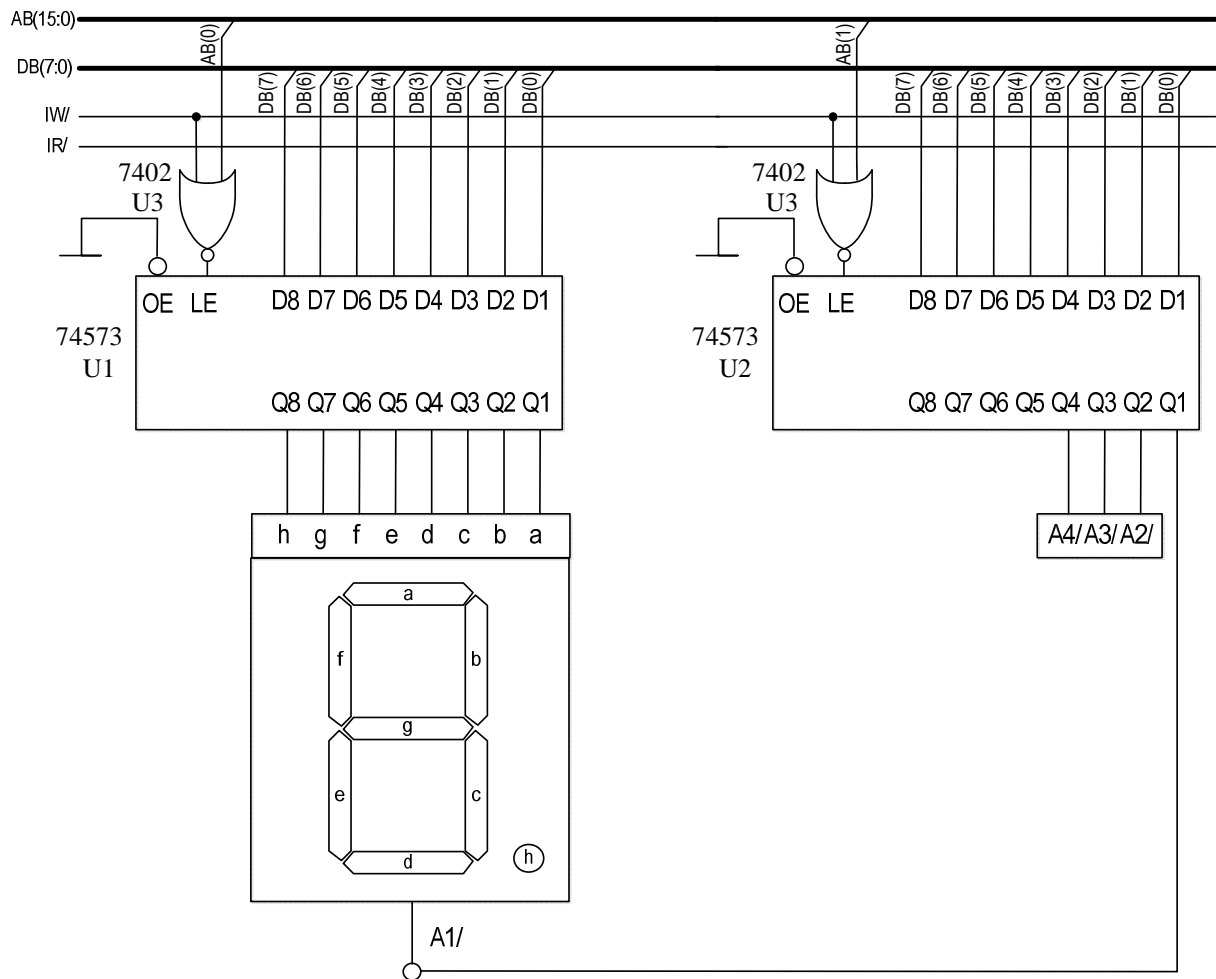
```
mvi A,0xC0      ;znak '0'
out 0,A          ;vyslanie znaku
```

Na mieste adresy v inštrukcii OUT je možné použiť ľubovoľnú adresu, ktorá má najnižší bit ( $AB0$ ) nulový - t.j. akékoľvek párne číslo.

Zapojenie je možné rozšíriť na súčasné zobrazovanie na viacerých displejoch. Pre každý displej je potrebný samostatný register 74573. Na zobrazenie na všetkých štyroch displejoch je potrebných 5 integrovaných obvodov (4x74573, 1x7402).

## Multiplexované zobrazovanie na displejoch

Multiplexované zobrazovanie znamená, že v jednom čase je zobrazovaný znak len na jednom displeji. Rýchlym prepínaním displejov je možné vytvoriť zdanie, že svietia všetky displeje. Na nasledovnom obrázku je pripojený len jeden displej, ale je možné pripojiť všetky štyri bez potreby ďalších súčiastok. Na zobrazenie na všetkých štyroch displejoch sú potrebné len 3 integrované obvody (2x74573, 1x7402). Na druhej strane, softvér musí byť podstatne zložitejší, než pri zobrazovaní bez multiplexovania.



Program pre dva displeje v multiplexovanom režime:

```

mvi    A,0xC0      ;znak '0'
out     2,A         ;vyslanie dát na segmenty displeja
mvi     A,0x02      ;nula len pre prvý displej (spoločná anóda A1/)
out     1,A         ;vyslanie dát na anódy displejov
mvi     A,0x0F      ;vypnutie všetkých displejov
out     1,A         ;vyslanie dát na anódy displejov
mvi     A,0xF9      ;znak '1'
out     2,A         ;vyslanie dát na segmenty displeja
mvi     A,0x01      ;nula len pre druhý displej (spoločná anóda A2/)
out     1,A         ;vyslanie dát na anódy displejov
mvi     A,0x0F      ;vypnutie všetkých displejov
out     1,A         ;vyslanie dát na anódy displejov
    
```

Uvedené zapojenie pre multiplexované zobrazovanie je možné upraviť tak, že na aktivovanie displejov sa použije adresná zbernica. Napr. na D1 registra U2 bude pripojený signál AB4, D2 - AB5, D3 - AB6, D4 - AB7. V tom prípade je možné jednou inštrukciou aktivovať displej a aj vyslať preň dáta. Je potrebné si uvedomiť, že k zápisu do registrov U1 a U2 má dôjsť naraz, preto musia byť aktívne (nulové) obidva použité adresné signály (AB0 aj AB1). Nulový bude aj adresný signál, ktorý zodpovedá aktivovanému displeju.

Program:

```
mvi    A,0xC0        ;znak '0'
out     0xE0,A        ;aktivácia prvého displeja (A1/ = 0)
mvi     A,0xF9        ;znak '1'
out     0xD0,A        ;aktivácia druhého displeja (A2/ = 0)
```

## Zadanie

- Vypíšte na všetkých 4 displejoch stavebnice kombináciu 4 znakov, napr. AHOJ, 1234 a pod.
- začnite zapojením jedného displeja a vytvorením programu pre jeho ovládanie, potom doplňte ďalšie displeje.