

## Riadenie inteligentného alfanumerického displeja (2x16 znakov) na báze štandardného radiča HD44780

### Základné vlastnosti displeja

- displej použitý vo vývojovej doske má dva riadky a v každom riadku je schopný zobrazit' šest'násť znakov ASCII tabuľky
- štandardným radičom pre alfanumerické displeje je radič HD44780 (HITACHI)
- vďaka tomu je komunikačný protokol prakticky totožný pre všetky displeje danej kategórie
- pre dosiahnutie kompatibility je obvykle rovnaké aj obsadenie konektora (pre odpovedajúce si displeje), t.j. rovnaké poradie signálov

Pin :	Signál :	Funkcia pinu :	Popis :
1	V <sub>SS</sub>	Zem napájania	0V (GND)
2	V <sub>DD</sub>	Napájanie radiča	+5V
3	V <sub>O</sub>	Riadenie kontrastu	Napätie medzi 0V...5V
4	RS	Register Select	Výber registra inštrukcií / dát
5	RW	Read/Write	Nastavenie čítania / zápisu
6	E	Enable	Signál povolenia prenosu
7	DB0	Dátová zbernica - bit 0	
8	DB1	Dátová zbernica - bit 1	
9	DB2	Dátová zbernica - bit 2	
10	DB3	Dátová zbernica - bit 3	
11	DB4	Dátová zbernica - bit 4	
12	DB5	Dátová zbernica - bit 5	
13	DB6	Dátová zbernica - bit 6	
14	DB7	Dátová zbernica - bit 7	
15	LED(+)	Podsvietenie (+)	(+4,5V až +5,0V), môže byť V <sub>DD</sub>
16	LED(-)	Podsvietenie (-)	(0V, môže byť V <sub>SS</sub> )

Tab. 1.: Zapojenie vývodov displeja

### Ovládanie displeja

- signálom RS volíme, či chceme na displej posielat' dáta alebo riadiace príkazy
- signálom R/W riadime, či chceme do displeja zapisovat' alebo či chceme údaje z displeja čítat'
- pri čítaní údajov z displeja musíme kontrolovať príznak BUSY, ktorý indikuje spracúvanie údajov displejom
- pri dodržaní predpísaných čakacích dôb pre spracovanie údajov, nemusíme z displeja BUSY bit nikdy čítat'
- inštrukcie a údaje môžeme do displeja posielat' po 4-bitovej alebo 8-bitovej zbernici
- výber šírky zbernice vykonáme pri začiatkovej inicializácii.

Inštrukcia	Riadiaci bit a kód inštrukcie								Popis	Typická doba vykonania inštrukcie ( $f_{INT}=250$ kHz)		
	RS	RW	7	6	5	4	3	2			1	0
Vymaž displej	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	Vymaže displej a DD RAM=0	1,64 ms
Návrat	0	0	0	0	0	0	0	0	1	*	DD RAM=0, obsah bezo zmeny, presun kurzora na začiatok	1,64 ms
Nastavenie módu vstupu dát	0	0	0	0	0	0	0	1	ID	S	Nastavenie pohybu kurzora (ID) nastavenie pohybu displeja (S)	40us
Nastavenie módu displeja	0	0	0	0	0	0	1	D	C	B	Zapnutie/vypnutie displeja (D) Zapnutie/vypnutie kurzora (C) Blikanie znaku na kurzore (B)	40us
Posun kurzora alebo displeja	0	0	0	0	0	1	SC	RL	**		Posun kurzora alebo displeja SC Smer posunu (RL)	40us
Funkcia displeja	0	0	0	0	1	DL	N	F	**		Nastavenie 4/8 zbernice (DL) Nastavenie počtu riadkov (N) Nastavenie fondu znakov (F)	40us
Nastavenie adresy CG RAM	0	0	0	1	A	A	A	A	A	A	Nastavenie adresy CG RAM (6 bitov)	40us
Nastavenie adresy DD RAM	0	0	1	A	A	A	A	A	A	A	Nastavenie adresy DD RAM (7 bitov)	40us
Čítanie adresy a bitu BF	0	1	B	F	A	A	A	A	A	A	BF=1 indikuje prebiehajúcu inštrukciu (BF + 7 bitov adresy)	
Zápis dát do CG alebo DD RAM	1	0	D	D	D	D	D	D	D	D	Zápis dát zo zbernice do CG RAM alebo DD RAM	40us
Čítanie dát z CG alebo DD RAM	1	1	D	D	D	D	D	D	D	D	Čítanie dát z pamäti do CG RAM alebo z DD RAM	40us

Tab. 2.: Inštrukčný súbor displeja

Vysvetlivky

CG RAM	pamäť znakového generátora
DD RAM	pamäť displeja (uloženie písmen v pamäti)
ID=1	po zápise na určitú adresu v DD RAM (CG RAM) je ukazovateľ adresy inkrementovaný
ID=0	po zápise na určitú adresu v DD RAM (CG RAM) je ukazovateľ adresy dekrementovaný
S=1	nastaví posun celého displeja po zapísaní (smer posunu je určený bitom ID)
S=0	nastaví posun kurzora po zapísaní (smer posunu je určený bitom ID)
SC=1	posunutie displeja (bez zápisu)
SC=0	posunutie kurzora (bez zápisu)
RL=1	nastavenie smeru posuvu doprava
RL=0	nastavenie smeru posuvu doľava
DL=1	nastavenie 8-bitovej dátovej zbernice (tj. DB7,.....,DB0)
DL=0	nastavenie 4-bitovej dátovej zbernice (tj. DB7,.....,DB4)
F=1	font 5x10 bodov
F=0	font 5x7 bodov (väčšina displejov)
N=1	nastavenie počtu riadkov na 2 alebo 4
N=0	nastavenie počtu riadkov na 1
BF=1	príznak prebiehajúceho vykonávania vnútornej inštrukcie
BF=0	radič je pripravený na prijatie ďalšej inštrukcie
*	nastavenie bitu nerozhoduje o funkcii
$f_{INT}$	frekvencia vnútorného oscilátora radiča (väčšinou $f_{INT}=250$ kHz, z čoho vyplýva aj doba vykonania inštrukcie)

**Inicializácia a komunikácia s displejom**

- nastavíme signál RS podľa toho, či chceme pracovať s údajmi alebo inštrukciami.
- nastavíme signál R/W podľa toho, či chceme do displeja údaje zapisovať alebo čítať
- nakoniec privedieme na zbernicu slovo, ktoré chceme zapisovať a do displeja ho zapíšeme dobežnou hranou signálu E
- písmená, ktoré do displeja zapisujeme, zodpovedajú ASCII kódu

Displej je z hľadiska mikroradiča pomalá periféria, preto treba dodržať nasledujúce časovanie zbernice:

- perióda signálu ENABLE musí byť väčšia ako 500 ns
- predstih údajov na dátovej zbernici pred zostupnou hranou signálu ENABLE musí byť minimálne 80 ns a pri čítaní údajov zo zbernice treba pamätať na to, že platné údaje sú na zbernici až 160 ns po nábežnej hrane pulzu ENABLE
- podrobný popis časovania zbernice je uvedený v *technickej špecifikácii radiča HD44780*
- po resete (resp. po nábehu napájacieho napätia) je každý displej uvedený do počiatočného stavu, ktorý vo väčšine prípadov nezodpovedá požiadavkám užívateľa → výrobcu doporučuje vykonať po každom resete displeja inicializáciu
- po inicializácii je displej pripravený na zápis inštrukcií a dát

8-bitová zbernica	4-bitová zbernica	Popis funkcie a poznámky
	nábeh napájacieho napätia	
	<b>čakanie &gt;15 ms</b>	
RS RW 7 6 5 4 3 2 1 0 0 0 0 0 1 1 * * * *	RS RW 7 6 5 4 0 0 0 0 1 1	Nedá sa testovať príznak BF 8-bitová zbernica
	<b>čakanie &gt;4,1 ms</b>	
RS RW 7 6 5 4 3 2 1 0 0 0 0 0 1 1 * * * *	RS RW 7 6 5 4 0 0 0 0 1 1	Nedá sa testovať príznak BF 8-bitová zbernica
	<b>čakanie &gt;100 us</b>	
RS RW 7 6 5 4 3 2 1 0 0 0 0 0 1 1 * * * *	RS RW 7 6 5 4 0 0 0 0 1 1	Nedá sa testovať príznak BF 8-bitová zbernica
		Po vykonaní nasledujúcej inštrukcie sa už dá testovať príznak BF
RS RW 7 6 5 4 3 2 1 0 0 0 0 0 1 1 N F * *	RS RW 7 6 5 4 0 0 0 0 1 0 0 0 N F * *	Nastavenie dĺžky zbernice počtu riadkov a fonu
RS RW 7 6 5 4 3 2 1 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0	RS RW 7 6 5 4 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0	Vypnutie displeja
RS RW 7 6 5 4 3 2 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1	RS RW 7 6 5 4 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1	Vymazanie displeja
RS RW 7 6 5 4 3 2 1 0 0 0 0 0 0 0 0 1 ID S	RS RW 7 6 5 4 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 ID S	Nastavenie módu vstupu dát
	<b>Ukončenie inicializácie</b>	

Tab. 3.: Postup pri inicializácii displeja