

## Základy ovládania LCD displejov kompatibilných s radičom HD44780

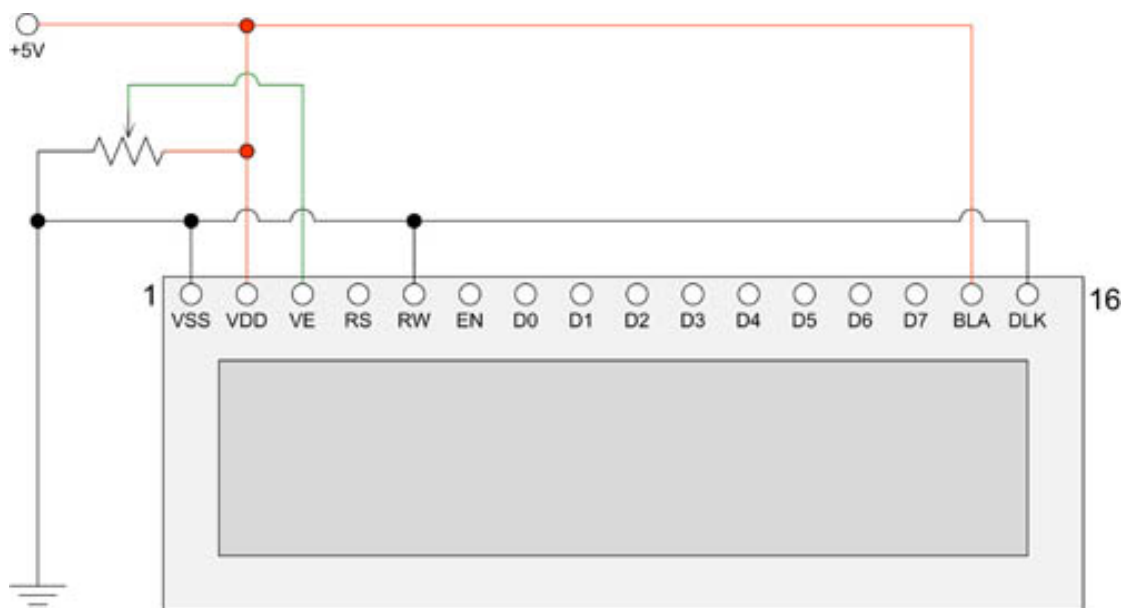
Môžeme ich nájsť v kávovaroch, tlačiarňach, detských hračkách a v ďalších veľa veľa zariadeniach, kde nám zobrazujú rôzne informácie, či už o aktuálnom stave daného zariadenia, alebo na nich vidíme jednoduché užívateľské menu atď. V podstate sa dá povedať, že niektorí sa s nimi stretávajú na každom kroku, iní na každom druhom možno treťom. V článku sa naučíme základy ovládania takýchto displejov s použitím niekoľkých DIP prepínačov a zopár ďalších súčiastok.

Tento druh LCD displejov má niekoľko spoločných vlastností, jednou z nich je, že obsahujú obvod (nazývaný radič), ktorý nám uľahčuje prácu s displejom. Vykonáva za nás (za náš v aplikácii použitý mikrokontrolér) činnosti, ktoré by sme inak museli sami ošetriť vo firmvéri mikrokontroléra. Radič obsahuje komunikačné rozhranie, preddefinovanú sadu znakov atď. Nám potom stačí poslať cez rozhranie niekoľko príkazov a následné znaky a môžeme sa kochať vykresleným textom. Rovnako ako pri iných súčiastkach, aj znakové LCD displeje vyrába niekoľko výrobcov. Každý výrobca, samozrejme, dá do svojho modulu displeja vlastný radič, avšak všetky tieto radiče sú kompatibilné s radičom [HD44780](#), ktorý sa stal akýmsi štandardom pre tento typ displejov (napr. nami používaný modul displeja obsahuje radič [ST7065C](#)).



### Rozloženie vývodov

Rozloženie vývodov, ako aj samotný displej môžeme vidieť na obrázku hore. Posledné dva vývody 15 a 16 sú voliteľné a sú použité iba v prípade, že displej má podsvietenie. Zapojenie základných vývodov LCD modulu (napájanie, kontrast, podsvietenie) vidíme na schéme pod týmto odstavcom. K napájaniu a podsvieteniu myslím nie je čo dodať. Kontrast sa nastavuje potenciometrom (trimrom) pripojeným na vývod 3 displeja. Na schéme si ďalej môžeme všimnúť vývod 5, ktorý je pripojený k zemi. Týmto vývodom sa nastavuje, či chceme na displej zapisovať alebo z displeja čítať (z/do pamäte radiča v displeji). Pretože čítanie z displeja je veľmi zriedkavé, obvykle sa tento vývod pripojí k zemi a na displej je umožnené iba zapisovať, čo pre väčšinu aplikácií postačuje a zároveň tým ušetríme jeden vývod mikrokontroléra.



## Posielanie príkazov a dát

Príkazy a dáta sú do displeja posielané po ôsmych dátových vodičoch (vývody 7 až 14). Vodičom RS (vývod 4) posielame displeju informáciu o tom, či sa na dátových vodičoch nachádza príkaz alebo dáta. Ak RS = 0, znamená to, že radič displeja si interpretuje informáciu, ktorá sa nachádza na dátových vodičoch ako príkaz. Ak RS = 1, radič si v tomto prípade interpretuje informáciu na dátových vodičoch ako dáta. Príkaz alebo dáta sú do radiča zapísané pri dobežnej hrane signálu na vodiči EN (vývod 6), týmto sa myslí prechod z vysokej úrovne (log.1) na nízku úroveň (log.0).

Takže, ak chcete zapísať príkaz alebo dáta do radiča displeja, potrebujete vykonať nasledujúcu sekvenciu:

- 1. nastavte na vodiči EN vysokú log. úroveň (log.1)
- 2. zvolte typ posielaných údajov pomocou vodiča RS
- 3. nastavte na dátových vodičoch požadované hodnoty (log.1 alebo log.0)
- 4. nastavte na vodiči EN nízku log. úroveň (log.0)

Medzi jednotlivými vyššie spomínanými operáciami existujú isté minimálne hodnoty časov, ktoré musia byť dodržané pre korektné fungovanie zápisu dát na displej. V článku ich neuvádzame, ale čitateľ ich môže nájsť na strane 52 [datasheetu radiča HD44780](#). Pre lepší prehľad je na strane 58 toho istého datasheetu nakreslený časový diagram jednotlivých operácií, časov ich trvania, časov medzi jednotlivými operáciami a ďalších dôležitých údajov.

Vyššie spomínaný spôsob posielania príkazov a dát do radiča displeja sa označuje ako 8 - bitový mód (pretože sa používa všetkých 8 dátových vodičov). Okrem tohto však existuje ešte 4 - bitový mód, pri ktorom sa využívajú iba štyri horné vodiče D4 - D7 (11 až 14). V tomto prípade sa posielaný príkaz alebo dáta rozdelí na dve polovice a tieto sa následne pošlú do radiča displeja (najprv vrchné 4 bity a potom spodné 4 bity). O tomto móde budeme ešte podrobnejšie písať nižšie.

## Inštrukčná a znaková sada displeja

Nasledujúce dva obrázky zobrazujú inštrukčnú a znakovú sadu displeja. Podrobnejší opis inštrukcií nájde čitateľ na stranách 24 až 26 vyššie spomínaného datasheetu radiča HD44780.

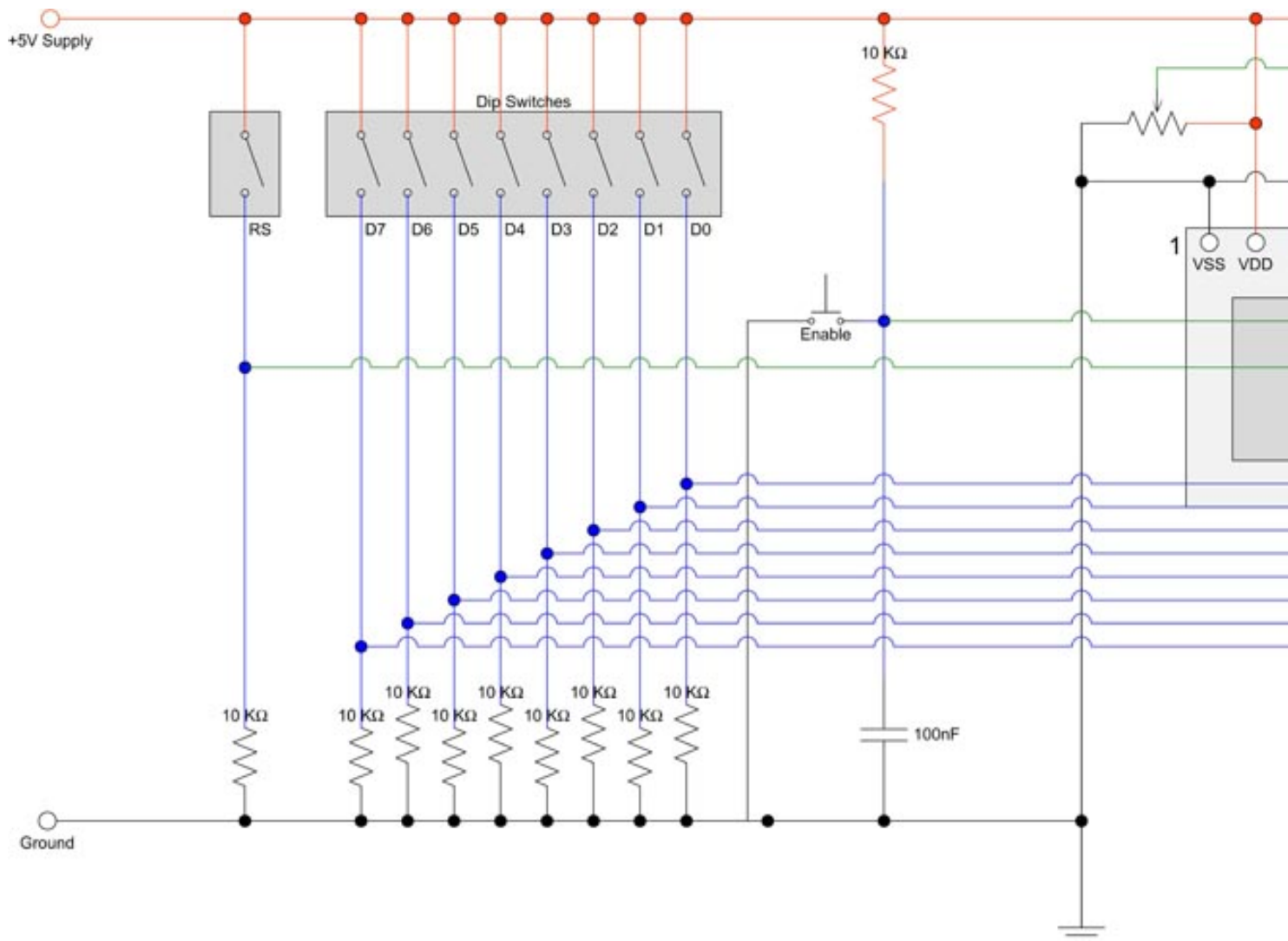
Instruction	Instruction code										Description
	RS	R/W	DB7	DB6	DB5	DB4	DB3	DB2	DB1	DB0	
Clear Display	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	Clears entire display and sets DDRAM address to 00H.
Return Home	0	0	0	0	0	0	0	0	1	-	Sets DDRAM address to 00H in AC and returns shifted display to its original position. The contents of DDRAM remain unchanged.
Entry Mode Set	0	0	0	0	0	0	0	1	I/D	SH	Sets cursor move direction and enable the shift of entire display. These operations are performed during data write and read.
Display ON/OFF Control	0	0	0	0	0	0	1	D	C	B	Set ON/OFF of entire display (D), cursor ON/OFF(C), and blinking of cursor position character(B).
Cursor or Display Shift	0	0	0	0	0	1	S/C	R/L	-	-	Moves cursor and shifts display without changing DDRAM contents.
Function Set	0	0	0	0	1	DL	N	F	-	-	Sets interface data length (DL: 8-bit/4-bit), numbers of display line (N: 2-line/1-line), and display font type (F: 5x11dots/5x8dots).
Set CGRAM Address	0	0	0	1	AC5	AC4	AC3	AC2	AC1	AC0	Set CGRAM address in address counter.
Set DDRAM Address	0	0	1	AC6	AC5	AC4	AC3	AC2	AC1	AC0	Set DDRAM address in address Counter.
Read Busy Flag and Address	0	1	BF	AC6	AC5	AC4	AC3	AC2	AC1	AC0	Reads busy flag (BF) indicating internal operation is being performed and reads address counter contents.
Write data to CG or DD RAM	1	0	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	Write data into internal RAM (DDRAM/CGRAM).
Read data from CG or DD RAM	1	1	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	Read data from internal RAM (DDRAM/CGRAM).

Upper Lower 4 bits 4 bits		0000	0001	0010	0011	0100	0101	0110	0111	1000	1001	1010	1011	1100
0000	CG RAM (1)				0	a	P	`	P				一	9
0001	CG RAM (2)			!	1	A	Q	a	a			o	ア	+
0010	CG RAM (3)			"	2	B	R	b	r			「	イ	ウ
0011	CG RAM (4)			#	3	C	S	c	s			」	ウ	テ
0100	CG RAM (5)			*	4	D	T	d	t			、	エ	ト
0101	CG RAM (6)			%	5	E	U	e	u			。	オ	+
0110	CG RAM (7)			&	6	F	V	f	v			ヲ	カ	ニ
0111	CG RAM (8)			'	7	G	W	g	w			フ	+	ヌ
1000	CG RAM (1)			(	8	H	X	h	x			イ	ク	ネ
1001	CG RAM (2)			)	9	I	Y	i	y			ロ	ケ	ノ
1010	CG RAM (3)			*	:	J	Z	j	z			工	コ	ハ
1011	CG RAM (4)			+	:	K	L	k	l			ホ	サ	ヒ
1100	CG RAM			+	/		8	1	1			ホ	シ	フ

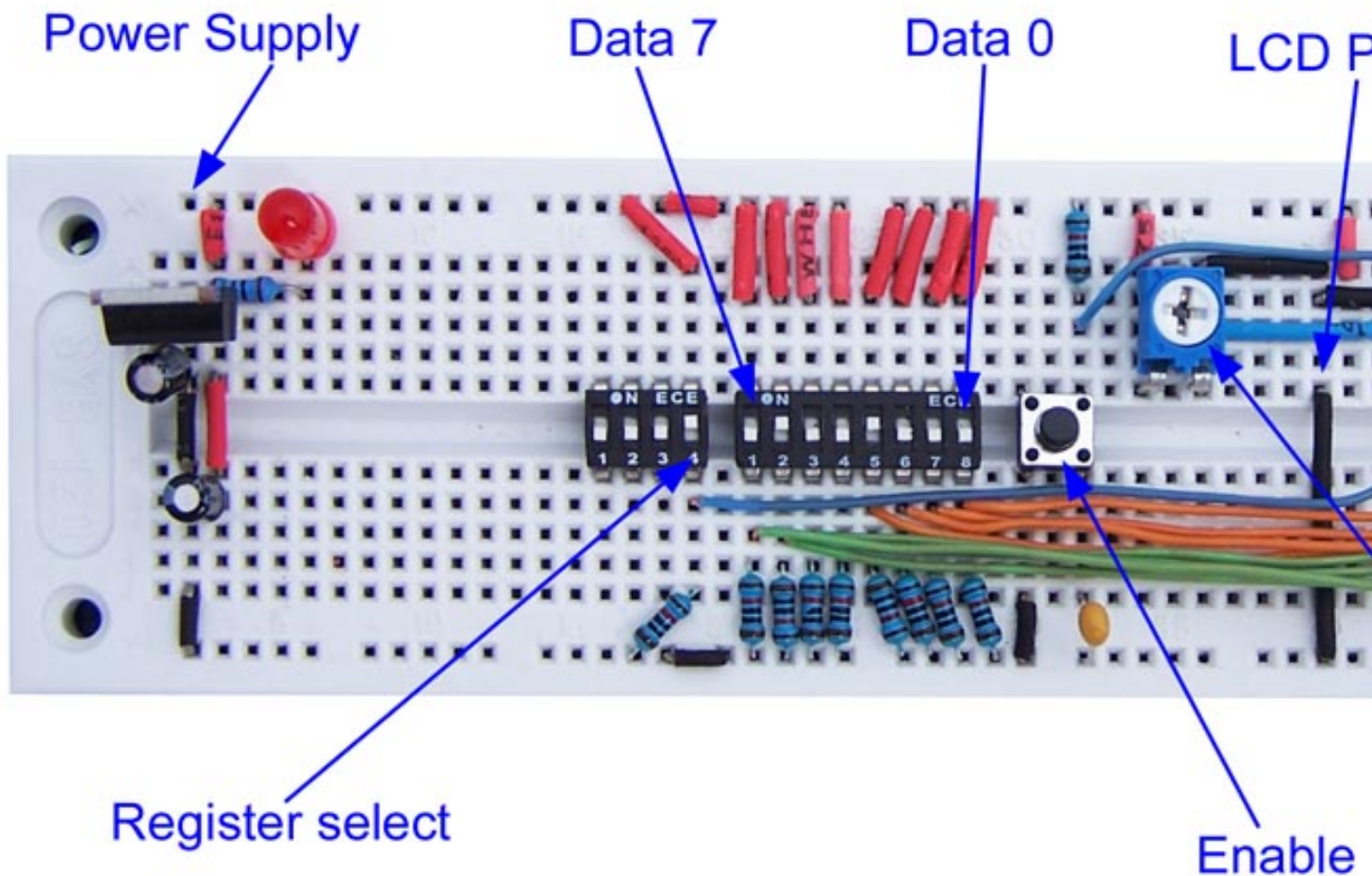


## Celkové zapojenie obvodu

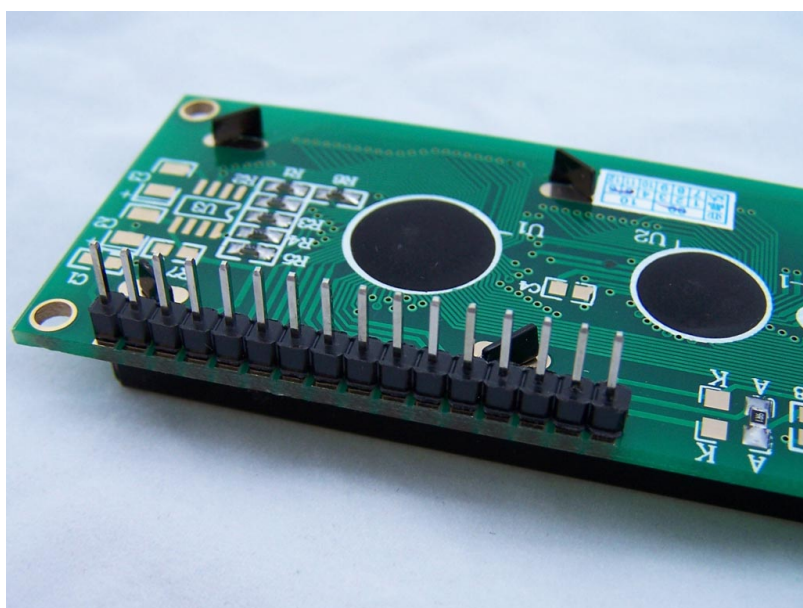
Za normálnych okolností je displej ovládaný mikrokontrolérom, počítačom alebo podobným zariadením. Pre oboznámenie sa s týmito typmi displejov však budeme používať iba rad DIP prepínačov. Určite si veľa čitateľov položí otázku: Prečo? Pretože, takéto zapojenie umožní ľahšie pochopiť absolútne základy (pomocou DIP prepínačov sa čitateľ tak trochu zahrá na samotný mikrokontrolér). Schému zapojenia môžeme vidieť na nasledujúcom obrázku.



Na ďalšom obrázku vidíme fotku obvodu zapojeného na kontaktnom poli, zatiaľ bez LCD displeja. Vľavo sa nachádza napájacia časť, ktorú tvorí stabilizátor 7805, dva kondenzátory a samozrejme LED s predradeným rezistorom, aby sme videli, že náš obvod dostáva "šťavu". Dátové vodiče a vodič RS sú pripojené k zemi 10K pull - down rezistormi, tzn. v pokojovom stave sa na týchto vodičoch nachádza nízka log. úroveň (log.0). Zapnutím niektorého z prepínačov sa na danom vodiči objaví vysoká log. úroveň (log.1). Vodič EN je naopak pull - up rezistorom pripojený k napájacemu napätiu, čo značí, že v pokojovom stave sa na vodiči nachádza vysoká log. úroveň. Stlačením tlačidla sa na EN vodič dostane nízka log. úroveň a hodnoty log. úrovní na dátových vodičoch sa zapíšu do radiča displeja.

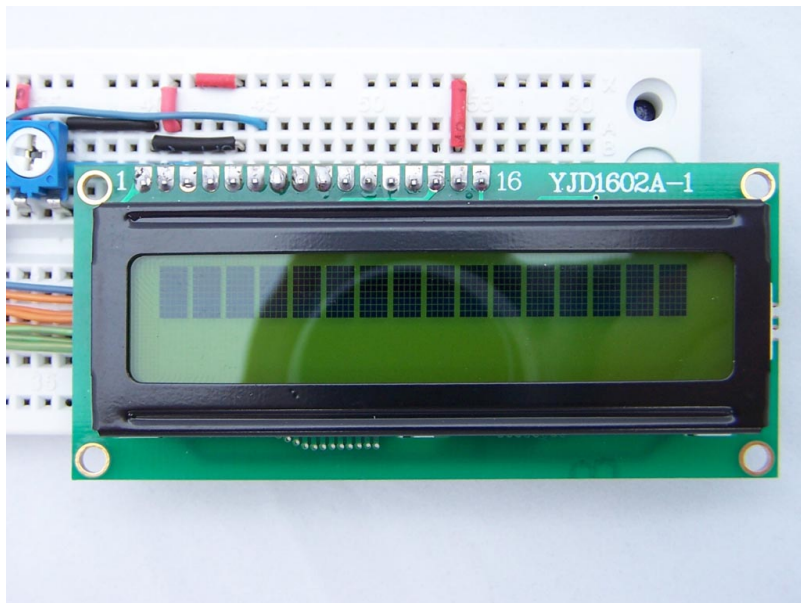


Pred pripojením displeja do kontaktného poľa potrebujete prispájkovať na modul displeja rovnú 16 vývodovú lištu, tak ako je to urobené na nasledujúcom obrázku.



Tak a teraz môžeme vložiť modul displeja do kontaktného poľa a pripojiť napájanie. Pri vkladaní buďte trochu opatrní a trpezliví, vývody lišty sú trochu hrubšie ako obyčajné drôtky, ktoré tam zvyčajne dávame. Po pripojení napájacieho napätia by ste na displeji mali vidieť rovnaké zobrazenie ako je na obrázku nižšie (toto zobrazenie sa nachádza na displeji ak nie je inicializovaný, alebo je inicializovaný nesprávne). Ak sa takéto zobrazenie po pripojení napätia na vašom displeji nachádzať nebude (zo

skúseností je predpoklad, že sa nebude), pomaly otáčajte bežcom potenciometra (alebo trimra), až kým dané predvolené zobrazenie neuvidíte.



## **Ovládanie displeja 8 - bitovým módom**

K zobrazeniu textu na displeji potrebuje urobiť nasledujúce kroky:

- 1. inicializovať displej
- 2. nastaviť displej do požadovaného módu, bližšie info na stranách 23 až 27 datasheetu radiča HD44780
- 3. poslať na displej postupnosť znakov ktoré chceme zobraziť

Takže, aby sme mohli zobrazíť na displeji nápis "Hello World", potrebujeme najprv pripojiť napájacie napätie a na displej poslať sekvenciu príkazov/dát, ako je to naznačené na obrázku nižšie. Po každom príkazovom alebo dátovom bajte (stredný stĺpec v tabuľke na obrázku) je potrebné stlačiť tlačidlo, čím sa aktuálne nastavený bajt zapíše do radiča displeja (nezabudnite samozrejme správne nastaviť log. úroveň na vodiči RS - prvý riadok tabuľky).

RS	D7 to D0	Description
0	0 0 1 1 - 1 0 0 0	<i>Function set, 8 bit, 2 lines, 5×7</i>
0	0 0 0 0 - 1 1 1 1	<i>Display ON, Cursor On, Cursor Blinking</i>
0	0 0 0 0 - 0 1 1 0	<i>Entry Mode, Increment cursor position, No display shift</i>
1	0 1 0 0 - 1 0 0 0	<i>H</i>
1	0 1 1 0 - 0 1 0 1	<i>e</i>
1	0 1 1 0 - 1 1 0 0	<i>l</i>
1	0 1 1 0 - 1 1 0 0	<i>l</i>
1	0 1 1 0 - 1 1 1 1	<i>o</i>
1	0 0 1 0 - 0 0 0 0	<i>space</i>
1	0 1 0 1 - 0 1 1 1	<i>w</i>
1	0 1 1 0 - 1 1 1 1	<i>o</i>
1	0 1 1 1 - 0 0 1 0	<i>r</i>
1	0 1 1 0 - 1 1 0 0	<i>l</i>
1	0 1 1 0 - 0 1 0 0	<i>d</i>

#### Ovládanie displeja 4 - bitovým módom

Hlavnou výhodou tohto módu je, že potrebujeme o polovicu menej dátových vodičov ako pri 8 - bitovom móde tzn. šetrí nám vývody mikrokontroléra, ktoré môžeme použiť na iné účely. Vývody D0 - D3 (7 až 10) displeja sú v tomto prípade uzemnené, a na prenos príkazov/dát sa používajú vývody D4 - D7 (11 až 14), čiže to znamená, že jeden príkazový/dátový bajt sa vysiela na dvakrát. Prvý krát sa pošle horná štvorica bytu D4 - D7, a druhý krát spodná štvorica bajtu D0 - D3. Príklad vypísania textu "Hello World" pomocou 4 - bitového módu je na nasledujúcom obrázku.



RS	D7 to D0	Description
0	0 0 1 0 - 0 0 0 0	Set to 4 bit operation (note: 1 nibble operation)
0	0 0 1 0 - 0 0 0 0	Function set, 8 bit
0	1 0 0 0 - 0 0 0 0	2nd nibble
0	0 0 0 0 - 0 0 0 0	Display ON, Cursor On, Cursor Blinking
0	1 1 1 1 - 0 0 0 0	2nd nibble
0	0 0 0 0 - 0 0 0 0	Entry Mode, Increment cursor position, No display shift
0	0 1 1 0 - 0 0 0 0	2nd nibble
1	0 1 0 0 - 0 0 0 0	H
1	1 0 0 0 - 0 0 0 0	2nd nibble
1	0 1 1 0 - 0 0 0 0	e
1	0 1 0 1 - 0 0 0 0	2nd nibble
1	0 1 1 0 - 0 0 0 0	l
1	1 1 0 0 - 0 0 0 0	l
1	0 1 1 0 - 0 0 0 0	l
1	1 1 0 0 - 0 0 0 0	l
1	0 1 1 0 - 0 0 0 0	o
1	1 1 1 1 - 0 0 0 0	2nd nibble
1	0 0 1 0 - 0 0 0 0	space
1	0 0 0 0 - 0 0 0 0	2nd nibble
1	0 1 0 1 - 0 0 0 0	w
1	0 1 1 1 - 0 0 0 0	2nd nibble
1	0 1 1 0 - 0 0 0 0	o
1	1 1 1 1 - 0 0 0 0	2nd nibble
1	0 1 1 1 - 0 0 0 0	r
1	0 0 1 0 - 0 0 0 0	2nd nibble
1	0 1 1 0 - 0 0 0 0	l
1	1 1 0 0 - 0 0 0 0	2nd nibble
1	0 1 1 0 - 0 0 0 0	d
1	0 1 0 0 - 0 0 0 0	2nd nibble

Ako sami vidíte, nie je to také zložité, ako sa na prvý pohľad môže zdať. V ďalšej časti si ukážeme, ako pripojiť displej k mikrokontroléru a "prinútiť" ho, aby urobil namáhavé prepínanie DIP prepínačov za nás.

**Zverejnené zo súhlasom autora.**

**Homepage projektu:** <http://www.protostack.com/blog/2010/03/character-lcd-displays-part-1/>

Preklad: [Kiwwicek](#)

[2. část -->](#)