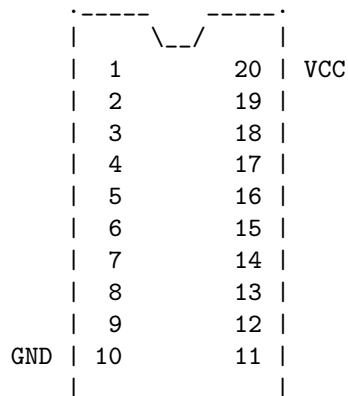


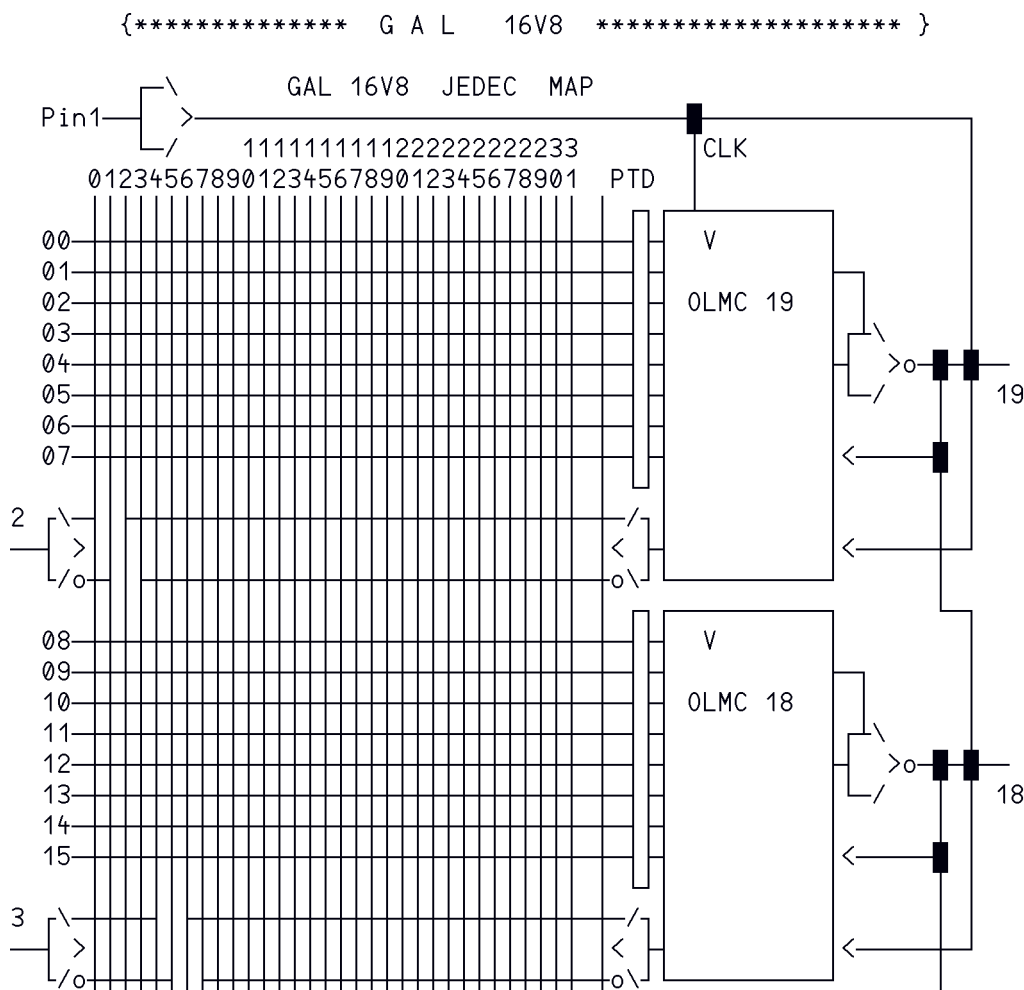
# 1 Obvody GAL

Obvod GAL 16V8 je integrovaný obvod, ktorý po zakúpení nevie vôbec nič. Má 20 vývodov, z ktorých len dva sú použiteľné – na napájanie.

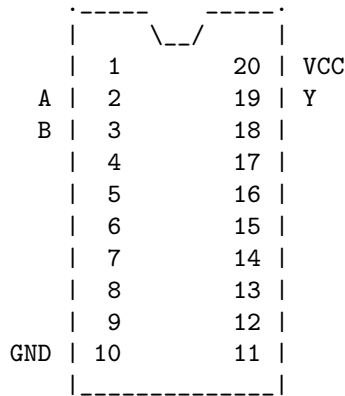


Chip diagram (DIP)

To však neznamená, že by vo vnútri nič nebolo. Naopak. Časť vnútornej štruktúry je na obrázku.







Chip diagram (DIP)

Ostáva nám už len JEDEC súbor naprogramovať do príslušného obvodu programátorom. Pred programovaním je potrebné z menu **Select Type** vybrať výrobcu a správny typ obvodu (aj posledné písmeno označenia je dôležité!). Napríklad obvody Lattice GAL16V8A a B sa programujú ináč.

V prípade, že budeme chcieť niečo v našom návrhu zmeniť, postupujeme rovnako a programátor náš obvod pred novým programovaním najprv vymaže.

## 1.2 Formát definičného súboru EQN

Všetky definície zapisujeme do súboru `meno.eqn`, ktorý sa skladá z troch blokov:

1. Hlavička – do ktorej môžeme zapisovať svoje potrebné informácie (autor, dátum, revízia, názov projektu a pod.) Text hlavičky sa preniesie bezo zmeny aj do výstupného súboru.
2. Deklarácie – začínajú kľúčovým slovom **CHIP** za ktorým nasleduje nami pridelený názov obvodu a jeho typ:

**CHIP hradlo GAL16V8**

Za týmto riadkom môže nasledovať priradenie signálov jednotlivým pinom. Ak ho vynecháme, prekladač ich priradí sám, čo nám nemusí vždy vyhovovať. Môžeme buď pomenovať všetky piny (vtedy ich priraduje podľa nášho poradia), alebo len významné.

V prvom prípade postupne vymenujeme všetky názvy. Prvý je priradený k pinu 1, druhý názov k pinu 2 atď. Nepoužívané piny sa zapíšu ako `nc` – not connected. Príklad:

```
CLK STOP A1 A2 A3 A4 NC NC NC GND
/OE Y4 Y3 Y2 Y1 /Z4 /Z3 /Z2 /Z1 VCC
```

Piny označené lomítkom (/) budú negované – budú pracovať s obrátenou logikou (aktívne v nule). Pri definovaní patričných rovníc potom znak / v názve nepoužívame.

V druhom prípade je každému názvu vstupu, resp. výstupu priradený konkrétny pin s číslom. Napr. `a1 = 12`, t.j. na pine 12 bude vstupný signál označený ako adresný vodič `a1`. Ako prekladač zistí či sme zadefinovali vstup alebo výstup? Ak sa `a1` objaví na ľavej strane rovnice bude to výstup, ak na pravej tak bude vstupom. Zároveň sa tým určí mód pinu.

Príklad:

```
a1 = 1 a2 = 3 y1 = 12 y2 = 13
```

Za popisom pinov môžeme použiť aj tieto direktívy:

- `@define RS "/R * /S"` – čo znamená, že v nasledujúcom texte prekladač nahradí všetky výskyty `RS` výrazom v úvodzovkách. Môžeme tak sprehľadniť zápis.
- `@ues 00F0012000008AF0` – definuje "user electronic signature"

3. Posledný blok sa začína kľúčovým slovom EQUATIONS za ktorým nasledujú rovnice popisujúce funkciu obvodu. Každá rovnica priraduje signálu hodnotu výrazu na pravej strane. Výraz zapisujeme ako NDF (normálnu disjunktívnu formu – sumu súčinov), s max. 7 - 8 členmi (viď. štruktúra).

Pri zápise môžeme použiť tieto operátory:

Operátor	Operácia	Priorita	Príklad
/	inverzia	4 (najvyššia)	/a1
!	inverzia	4	!a1
*	súčin (AND)	3	a1*a2
&	súčin (AND)	3	a1&/a2
	súčet (OR)	2	a1 a2
+	súčet (OR)	2	/a1+a2
^	(XOR)	1	c1^a2
\$	(XOR)	1	x\$y
+:^	(XOR)	1	mod+:a2
=	kombinačné priradenie	0	y=/a1
:=	registrové priradenie	0 (najnižšia)	y2:=a1&/a2

Treba zdôrazniť rozdiel medzi oboma operátormi priradenia, ktorý spočíva v tom, že kombinačné priradenie definuje výstup ako asynchrónny – zmena sa na výstup prenesie okamžite, zatiaľ čo registrové priradenie znamená, že zmeny sa udejú synchronne spoločnými hodinami, navyše sa hodnota na výstupe objaví len ak je aktívny signál /OE (output enable).

Pri popise obvodu môžeme používať komentáre uzavreté v zátvorkách: {napríklad takto}, alebo komentáre za bodkočiarkou: ; teda takto.

### 1.3 Režimy práce obvodu

Budeme hovoriť len o obvode GAL16V8 (20pin-ové púzdro). Z názvu vieme vyčítať, že môže mať max. 16 vstupov, resp. max. 8 výstupov (viď. obr.2).

Obvod GAL možno prevádzkovať v troch módoch:

1. *jednoduchý* – GAL pracuje ako kombinačný obvod.
2. *zložitý* – vhodný vtedy, ak treba priviesť výstupný signál späť na vstup ďalších logických členov rámci GAL.
3. *registrový* – všetky registrové výstupy sa menia naraz, sú aktivované signálom /OE. Obvod realizuje „pamäť“.

### 1.4 Úloha

Overenie základných logických funkcií – AND, OR, registrový výstup. Predpokladajme nasledovné priradenie pinov.

	1	20	+5V
CLK	2	19	V1
A	3	18	V2
B	4	17	V3
C	5	16	V4
	6	15	V5
	7	14	/V6
	8	13	V7
	9	12	nc
GND	10	11	/OE

Naprogramujte nasledovné funkcie:

V1 = A            V2 = /A            V3 = A \* B      V4 = A + B  
V5 = A + /B      V6 = A + /B      V7 := A (Registrový výstup )

Pri písaní bloku EQUATIONS netreba zvlášť priradovať signály k pinom 1 a 11. Prekladač to urobí automaticky ak „narazí“ na priradenie typu := (registrové priradenie).

Vytvorte potrebný .eqn súbor, preložte ho a naprogramujte si obvod. Obvod GAL zasuniete do prepojuvacej dosky. Na pin 10 sa pripojí GND a na pin 20 Vcc (+5 V).

Anódu LED diódy pripojíme na Vcc a do série k nej pripojíme odpor (taký aby pretekal diódou prúd cca 5 mA). Druhý koniec odporu pripájame postupne na výstupy V1 až V7.

Na vstupoch postupne meníme logické kombinácie a zapíšeme vo forme tabuľky funkcie jednotlivých výstupov.

Aj keď vzťahy pre V5 a V6 vyzerajú formálne rovnako, treba si uvedomiť, že V6 je definovaný ako inverzný výstup.

Výstup V7 je v tzv. registrovom móde, kedy sú pinom 1 a 11 automaticky priradené nasledovné funkcie:

- pin 1 (CLK) – Ak signál prejde na tomto pine z 0 do 1 odpamätá sa stav premennej A do registrovej premennej V7. O tom, v ktorom z troch stavov bude pin 13 rozhoduje signál /OE
- pin 11 (/OE) – Ak /OE = 1, výstup V7 je v stave vysokej impedancie. Ak /OE = 0, výstup V7 je v stave log. 0 resp. log 1, podľa aktuálneho obsahu registra

Vyskúšajte.

### Domáca úloha

Vytvorte R-S klopný obvod.

			Mód1	Mód2	Mód3	
			-----	-----	-----	
			I	I	CLK	I - vstup
						O - výstup
						T - trojstavový (TS) výstup
			I-0	T	I-TF-R	TF - TS výstup so SV
			I-0	I-TF	I-TF-R	R - výstup s registrom
			I-0	I-TF	I-TF-R	CLK - hodinový vstup
			0	I-TF	I-TF-R	/OE - povolenie TS výstupu
			0	I-TF	I-TF-R	
			I-0	I-TF	I-TF-R	
			I-0	I-TF	I-TF-R	
			I-0	T	I-TF-R	
			I	I	/OE	

Obr. 2: Priradenie pinov