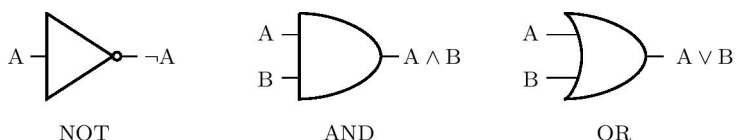


Logické obvody

Keywords: základní poznatky, výroky, matematická logika

Které kouzlo dokáže v přetíženém výtahu rozsvítit správnou kontrolku, stiskem tlačítka automatu připravit pomerančovou sodovku, po pár minutách zhasnout rozsvícená světla v chodbě domu nebo pohybovat s postavou na obrazovce počítače? O tyto a celou řadu dalších činností v reálném životě se starají logické obvody, které podrobněji prozkoumáme v následující sérii úloh.

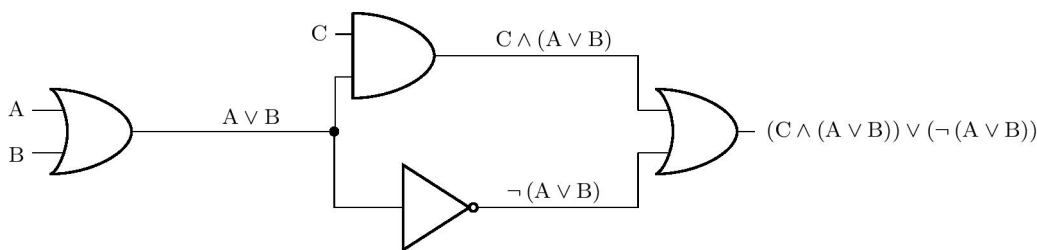
Logické obvody se skládají z tzv. logických členů, které realizují logické operace. V úlohách budeme pracovat pouze se třemi základními logickými členy NOT (negace), AND (konjunkce) a OR (disjunkce). Na obrázku jsou vidět jejich příslušné symboly (dle americké normy ANSI/MIL) v logických obvodech. Jsou orientovány tak, aby směr vstupu byl zleva. Vstupy chápeme jako výroky, výstupy jsou pak výroky složené.



Obrázek 1: Symboly logických členů

Pravdivostní hodnoty jsou v logických obvodech realizovány napětím, nízké napětí značí pravdivostní hodnotu 0, vysoká úroveň napětí značí hodnotu 1. Pokud je např. u členu AND na vstupu A nízká úroveň napětí a na vstupu B vysoká úroveň, je na výstupu nízká úroveň napětí. Konkrétní hodnoty úrovní se liší dle konkrétního využití obvodu. Běžná je třeba nízká úroveň přibližně 0V, vysoká přibližně 5V.

Na dalším obrázku vidíme znázornění jednoho složitějšího logického obvodu. Pro názornost je v obrázku také vyznačeno postupné skládání výroků, což odpovídá vstupům nebo výstupům jednotlivých členů. Černý puntík označuje uzel, ve kterém se logický obvod větví. Výstup jednoho členu tak může být přiveden na více vstupů zároveň.

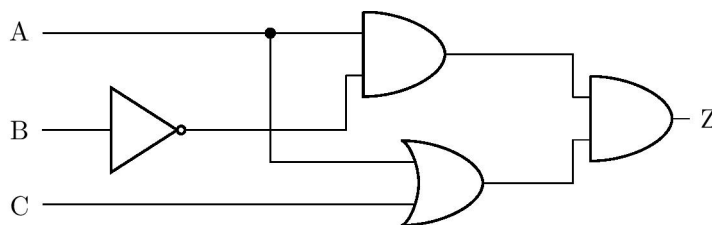


Obrázek 2: Příklad logického obvodu

V následujících úlohách mohou být před vstupy zařazeny spínače nebo tlačítka, za výstupy logického obvodu pak mohou být zařazeny žárovky. Dohodněme se, že na vstupu je logická hodnota rovna 1 právě tehdy, když je spínač sepnut nebo tlačítko stisknuto. Podobně žárovka svítí právě tehdy, když je na příslušném výstupu logická hodnota 1.

Úloha 1. V obvodu na předchozím obrázku jsou před vstupy A, B a C spínače a na výstupu je zapojena žárovka. Jestliže spínač C není sepnut, v jaké poloze musí být spínače A a B, aby žárovka svítila?

Úloha 2. Je dán logický obvod na obrázku níže, na jehož vstupech A, B a C jsou spínače a na jehož výstupu Z je zapojena žárovka. Které spínače musíme sepnout, aby se žárovka rozsvítila? Nalezněte všechna řešení úlohy. Kříží-li se v diagramu vodiče bez znázorněného uzlu, předpokládá se, že ve skutečnosti ke styku vodičů nedochází.



Obrázek 3: Zadání úlohy 2

Úloha 3. Navrhněte logický obvod, který v případě poruchy některého ze dvou vodních čerpadel (příp. obou) rozsvítí výstražnou žárovku na výstupu obvodu. Dokud přitom čerpadlo funguje, vysílá signál odpovídající logické jedničce na jeden ze dvou vstupů obvodu.

Úloha 4. Modifikujte výstražné zařízení z předchozí úlohy. Na dvou výstupech nyní bude zapojeno červené a zelené světlo. Fungují-li obě čerpadla, svítí zelené světlo a červené je zhasnuté. Při poruše jednoho z čerpadel se navíc rozsvítí i červené světlo a při poruše obou čerpadel bude svítit pouze červené světlo. Navrhněte odpovídající logický obvod.

Úloha 5. Navrhněte logický obvod se dvěma vstupy a jedním výstupem, který simuluje operaci logické ekvivalence.

Úloha 6. Kávoový automat po stisku příslušného tlačítka umí připravit tři typy nápojů: lungo, macchiato a kakao. Nápoje se připravují mícháním čtyř ingrediencí (horké vody, mléka, kávového a kakaového koncentrátu), kde každá ingredience má svoji trysku. Navrhněte logický obvod se třemi vstupy (pro každý nápoj jeden) a čtyřmi výstupy (pro ventil každé trysky jeden), jestliže se lungo připravuje z vody a kávového koncentrátu, macchiato z vody, mléka a kávového koncentrátu a kakao z vody a kakaového koncentrátu.

Pro jednoduchost předpokládejme, že nikoho nenapadne zmáčknout více tlačítek najednou, tedy se těmito případy nemusíte zabývat. Ingredience je do kelímku uvolněna právě tehdy, když je na příslušném výstupu logická jednička.

Literatura

- Perrin J. P., Denouette M., Daclin E. *Logické systémy, díl I. Kombinační logické obvody. Úvod do sekvenčních obvodů*. Praha: SNTL. 1972
- Online simulátor CircuitVerse, <https://circuitverse.org/simulator>