

Řešení příkladů z 1. dílu:

Řešení – rozbor slovních úloh

Příklad b) :

Na automatickém plnicím zařízení se plní vyráběný nápoj do láhví současně až třemi plnicími hlavami napojenými na menší společný zásobník doplňovaný čerpadlem. Vzhledem k výkonu čerpadla je třeba jeho spínání a vypínání zabezpečit tak, aby běželo vždy, když výška hladiny v zásobníku nedosahuje své maximální hodnoty anebo, když aspoň dvě ze tří plnicích hlav jsou současně v provozu. Ve všech ostatních situacích je čerpadlo zastaveno.

Zeleně je označeno, kde by bylo vhodné umístit snímač, budeme potřebovat tři snímače pro zjištění zapnutí jednotlivých plnicích hlav a jeden snímač pro zjišťování výšky hladiny v zásobníku, tedy celkem potřebujeme čtyři čidla. **Červeně** je označeno místo, které představuje požadovanou činnost navrhovaného zařízení, v tomto případě je to spínání a vypínání čerpadla.

1. **vstupní proměnné** ... 3 plnicí hlavy a 1 snímač hladiny (4 snímače) => 4 proměnné např. **a, b, c, d**
pro jistotu uvedeme výroky:
proměnná **a** ... „první plnicí hlava je v provozu“ ... pokud ano, pak **a** = 1; pokud ne, pak **a** = 0
proměnná **b** ... „druhá plnicí hlava je v provozu“ ... pokud ano, pak **b** = 1; pokud ne, pak **b** = 0
proměnná **c** ... „třetí plnicí hlava je v provozu“ ... pokud ano, pak **c** = 1; pokud ne, pak **c** = 0
proměnná **d** ... „snímač hladiny je pod maximem“ ... pokud ano, pak **d** = 1; pokud ne, pak **d** = 0

(snažíme se výroky zapsat tak, aby představoval stav, kdy je potřeba sepnout čerpadlo)

2. **výstupní proměnné** ... 1 signál (sepnutí čerpadla) => 1 výstupní funkce **f**
výstupní funkce **f** ... „čerpadlo je sepnuto“ ... ano, je-li **f** = 1; ne, je-li **f** = 0

vlastní logiku, tedy to, kdy se opravdu sepne čerpadlo, provádí navržený logický obvod podle zadání tj.:
„v případě, že výška hladiny v zásobníku nedosahuje své maximální hodnoty anebo, když aspoň dvě ze tří plnicích hlav jsou současně v provozu“

Příklad c) :

K zajištění pitné vody pro výškový dům je ve sklepe umístěna hlavní nádrž a na střeše rezervní nádrž. Voda se čerpá do vodovodního systému a do rezervní nádrže pomocí hlavního čerpadla nebo pomocí rezervního čerpadla, které začne pracovat v případě poruchy hlavního čerpadla automaticky. Rezervní nádrž na střeše slouží k vyrovnání vodního tlaku při kolísání výkonu jednoho nebo druhého čerpadla. Čerpadla smějí pracovat jen tehdy, jestliže je splněno několik podmínek: koncentrace znečištění vody není příliš vysoká, síťové napětí pro pohon čerpadel není příliš nízké, v hlavní nádrži je dost vody a rezervní nádrž není plná. Musí se také samozřejmě zjistit, zda jsou obě čerpadla a jejich filtry v pořádku. Napřed se podíváme, kam je zapotřebí umístit čidla:

- čidlo poruchy hlavního čerpadla
- čidlo poruchy rezervního čerpadla
- čidlo stavu filtru hlavního čerpadla
- čidlo stavu filtru rezervního čerpadla
- čidlo překročení koncentrace znečištění vody
- čidlo pro pokles síťového napětí

- čidlo pro minimum hladiny vody v hlavní nádrži
- čidlo pro maximum hladiny v rezervní nádrži

1. **vstupní proměnné** ... celkem 8 čidel => 8 proměnných např. **a, b, c, d, e, f, g, h**

pro jistotu uvedeme opět výroky:

proměnná **a** ... „hlavní čerpadlo má poruchu“ ... pokud ano, pak **a** = 1; pokud ne, pak **a** = 0
 proměnná **b** ... „rezervní čerpadlo má poruchu“ ... pokud ano, pak **b** = 1; pokud ne, pak **b** = 0
 proměnná **c** ... „filtr hlavního čerpadla je v pořádku“ ... pokud ano, pak **c** = 1; pokud ne, pak **c** = 0
 proměnná **d** ... „filtr rezervního čerpadla je v pořádku“ ... pokud ano, pak **d** = 1; pokud ne, pak **d** = 0
 proměnná **e** ... „koncentrace znečištění vody překročena“ ... pokud ano, pak **e** = 1; pokud ne, pak **e** = 0
 proměnná **f** ... „nízká úroveň síťového napětí“ ... pokud ano, pak **f** = 1; pokud ne, pak **f** = 0
 proměnná **g** ... „hladina vody v hlavní nádrži pod min.“ ... pokud ano, pak **g** = 1; pokud ne, pak **g** = 0
 proměnná **h** ... „hladina vody v rezervní nádrži nad max.“ ... pokud ano, pak **h** = 1; pokud ne, pak **h** = 0

2. **výstupní proměnné** ... 2 signály (sepnutí čerpadel) => 2 výstupní funkce **f₁, f₂**

výstupní funkce **f₁** ... „hlavní čerpadlo je zapnuto“ ... ano, je-li **f₁** = 1; ne, je-li **f₁** = 0

výstupní funkce **f₂** ... „rezervní čerpadlo je zapnuto“ ... ano, je-li **f₂** = 1; ne, je-li **f₂** = 0

vlastní logiku, tedy to, kdy se které čerpadlo opravdu sepne, provádí navržený logický obvod podle zadání tj.:

pro hlavní čerpadlo: „v případě, že koncentrace znečištění vody není příliš vysoká, síťové napětí pro pohon hlavního čerpadla není příliš nízké, v hlavní nádrži je dost vody a rezervní nádrž není plná. Musí se také samozřejmě zjistit, zda je hlavní čerpadlo a jeho filtr v pořádku“

pro rezervní čerpadlo: „v případě poruchy hlavního čerpadla **a zároveň** v případě, že koncentrace znečištění vody není příliš vysoká, síťové napětí pro pohon hlavního čerpadla není příliš nízké, v hlavní nádrži je dost vody a rezervní nádrž není plná. Musí se také samozřejmě zjistit, zda je rezervní čerpadlo a jeho filtr v pořádku“

Příklad d) :

Stroj je chlazen dvěma ventilátory. Správnou funkci ventilátoru hlídá senzor, který při poruše ventilátoru dává signál log. 1. Navržený logický obvod bude signalizovat, že stroj je chlazen jen jedním ventilátorem a v případě poruchy obou ventilátorů stroj zastaví.

1. **vstupní proměnné** ... 2 ventilátory (2 snímače) => 2 proměnné např. **a, b**

uvedeme výroky:

proměnná **a** ... „první ventilátor má poruchu“ ... pokud ano, pak **a** = 1; pokud ne, pak **a** = 0

proměnná **b** ... „druhý ventilátor má poruchu“ ... pokud ano, pak **b** = 1; pokud ne, pak **b** = 0

2. **výstupní proměnné** ... 1 signál (např. led dioda) a 1 akce (zastavení stroje) => 2 výstupní funkce **f₁ a f₂**

výstupní funkce **f₁** ... „led dioda svítí“ ... ano, je-li **f₁** = 1; ne, je-li **f₁** = 0

výstupní funkce **f₂** ... „vypnutí napájení stroje“ ... ano, je-li **f₂** = 1; ne, je-li **f₂** = 0

logika podle zadání tj.: pro signalizaci: „v případě, že stroj je chlazen jen jedním ventilátorem“

pro zastavení: „v případě, že oba ventilátory mají poruchu“

Příklad e) :

Automatika plynového kotle určeného k vytápění rodinného domku má zajistit otevření přívodu plynu do kotle, když vnitřní teplota klesne pod 18° anebo je sepnut ruční spínač. Musí být zajištěno, aby tlak vody v okruhu kotle byl nad minimální hodnotu a aby hořel zapalovací hořáček.

1. **vstupní proměnné** ... 4 snímače => 4 proměnné např. ***a, b, c, d***

výroky:

proměnná ***a*** ... „*vnitřní teplota klesla pod 18°*“ ... pokud ano, pak ***a*** = 1; pokud ne, pak ***a*** = 0

proměnná ***b*** ... „*ruční spínač je sepnut*“ ... pokud ano, pak ***b*** = 1; pokud ne, pak ***b*** = 0

proměnná ***c*** ... „*tlak vody nad min.*“ ... pokud ano, pak ***c*** = 1; pokud ne, pak ***c*** = 0

proměnná ***d*** ... „*hořáček hoří*“ ... pokud ano, pak ***d*** = 1; pokud ne, pak ***d*** = 0

(snažíme se výroky zapsat tak, aby představoval stav, kdy je potřeba otevřít přívod)

2. **výstupní proměnné** ... 1 akce => 1 výstupní funkce ***f***

výstupní funkce ***f*** ... „*otevřen přívod plynu do kotle*“ ... ano, je-li ***f*** = 1; ne, je-li ***f*** = 0

logika podle zadání tj.: „*v případě, že vnitřní teplota klesne pod 18° anebo je sepnut ruční spínač*“

Řešení - zjednodušení logické funkce pomocí pravidel Booleovy algebry

$$a) q = \bar{x}\bar{y}z + \bar{x}yz + xy\bar{z} = \bar{x}z(\bar{y} + y) + xy\bar{z} = \bar{x}z + xy\bar{z}$$

$$b) y = \bar{a}\bar{b}c + abc + \bar{a}b\bar{c} = ac(\bar{b} + b) + \bar{a}b\bar{c} = ac + \bar{a}b\bar{c}$$

$$c) y = abc + \bar{a}\bar{b}c + abc\bar{c} + \bar{a}b\bar{c} = ac(b + \bar{b}) + ac(b + \bar{b}) = ac + a\bar{c} = a$$

$$d) y = \bar{x}_1\bar{x}_2\bar{x}_3 + \bar{x}_1x_2\bar{x}_3 + x_1\bar{x}_2\bar{x}_3 + x_1x_2x_3 = \bar{x}_2\bar{x}_3 + x_1x_3$$

$$e) y = \bar{x}_2x_1x_0 + x_2x_1x_0 + x_2\bar{x}_1\bar{x}_0 + x_2x_1\bar{x}_0 = x_1x_0(\bar{x}_2 + x_2) + x_2\bar{x}_0(\bar{x}_1 + x_1) = x_1x_0 + x_2\bar{x}_0$$

$$f) y = \bar{a}\bar{b}\bar{c} + \bar{a}\bar{b}c + \bar{a}b\bar{c} + \bar{a}bc = \bar{a}\bar{b} + \bar{a}b = \bar{b}$$

$$g) y = \bar{a}\bar{b}c + \bar{a}bc + \bar{a}b\bar{c} + \bar{a}bc = \bar{a}c + ab$$

$$h) y = \bar{x}_2\bar{x}_1\bar{x}_0 + \bar{x}_2x_1\bar{x}_0 + x_2\bar{x}_1x_0 + x_2x_1x_0 = \bar{x}_2\bar{x}_0 + x_2x_0$$

$$i) y = \bar{a}\bar{b}c + \bar{a}\bar{b}\bar{c} + \bar{a}b\bar{c} + \bar{a}bc + abc = \bar{a}b + \bar{b}c + abc = b(\bar{a} + ac) + \bar{b}c = \bar{a}b + bc + \bar{b}c = \bar{a}b + c$$

$$j) y = \bar{a}\bar{b}c + \bar{a}\bar{b}\bar{c} + \bar{a}b\bar{c} + \bar{a}bc + \bar{a}b\bar{c} + \bar{a}bc + abc = \bar{a}c + \bar{a}b + \bar{a}b\bar{c} + abc = \bar{a}(c + b\bar{c}) + a(\bar{b} + bc) = \\ = \bar{a}c + \bar{a}b + a\bar{b} + ac = c + \bar{a}b + a\bar{b}$$

$$k) y = abc + \bar{a}bc + \bar{a}b\bar{c} + \bar{a}b\bar{c} + \bar{a}bc + \bar{a}b\bar{c} + \bar{a}b\bar{c} + \bar{a}b\bar{c} = \dots[b + \bar{a} + c]$$

$$l) y = \bar{a}\bar{b}c + \bar{a}bc + \bar{a}b\bar{c} + \bar{a}bc = \dots[c]$$

$$m) y = \bar{a}\bar{b}\bar{c} + \bar{a}bc + \bar{a}b\bar{c} + \bar{a}bc = \dots[\bar{b}\bar{c} + ab]$$

$$n) y = abcd + \bar{a}bcd + \bar{a}b\bar{c}d + \bar{a}b\bar{c}d = \dots[bd]$$

$$o) y = \bar{a}\bar{b}\bar{c}d + \bar{a}\bar{b}cd + \bar{a}b\bar{c}d + \bar{a}b\bar{c}d = [c(\bar{b}d + bd)]$$

$$f) y = \bar{a}\bar{b}c + \bar{a}bc + \bar{a}b\bar{c} + \bar{a}bc = \dots[a\bar{b} + \bar{a}b]$$

$$g) y = \bar{a}\bar{b}\bar{c} + \bar{a}\bar{b}c + \bar{a}b\bar{c} + \bar{a}bc + \bar{a}b\bar{c} + \bar{a}bc = \dots[\bar{a} + c]$$

$$h) y = \bar{a}\bar{b}\bar{c} + \bar{a}\bar{b}c + \bar{b}\bar{c}d + \bar{b}\bar{c}d = \dots[\bar{b}\bar{c}]$$

Řešení - zjednodušení logické funkce pomocí pravidel De Morgana

$$a)y = a \cdot d \cdot (\overline{b + \overline{ac}}) = a(\overline{d + (\overline{b + \overline{ac}})}) = a(\overline{d + b \cdot \overline{ac}}) = a(d + b(a + \overline{c})) = a(d + ab + b\overline{c}) =$$

$$= ad + ab + abc\overline{c} = ad + ab(1 + \overline{c}) = ad + ab = a(b + d)$$

$$b)y = \overline{a \cdot (d + \overline{bc})} + (a + \overline{dc}) = a + (\overline{d + \overline{bc}}) + a + \overline{d} + c = a + b\overline{cd} + a + \overline{d} + c = a + b\overline{c} + \overline{d} + c =$$

$$= a + b + c + \overline{d}$$

$$c)y = a \cdot \overline{d(b + \overline{ac})} + (\overline{b + \overline{c}}) = a(d + (\overline{b + \overline{ac}})) + bc = a(d + a\overline{bc}) + bc = ad + a\overline{bc} + bc = ad + c(a\overline{b} + b) =$$

$$= ad + ac + bc$$

$$d)y = ((\overline{abc}) + b) \cdot b \cdot (\overline{a + \overline{c}}) = (\overline{abc} + b) \cdot b \cdot \overline{ac} = ((\overline{a} + b + \overline{c}) + b) \cdot \overline{abc} = (\overline{a} + b + \overline{c})\overline{abc} = \overline{abc} + \overline{abc} = \overline{abc}$$

$$e)y = (a + bc)(\overline{b + \overline{cd}}) + \overline{b + \overline{c}} = \dots[a(\overline{b + \overline{c} + \overline{d}}) + c(\overline{b + \overline{d}})]$$

$$f)y = a \cdot \overline{b + \overline{cd}} + \overline{bd} = \dots[\overline{b + d}]$$

$$g)y = \overline{b \cdot \overline{a} + d} + a \cdot \overline{b(\overline{ac} + \overline{d})} = \dots[a\overline{b} + acd]$$

$$h)y = \overline{ac + \overline{bc} + \overline{ac}} = \dots[\overline{a\overline{b} + \overline{ac} + \overline{bc}}]$$

$$i)y = \overline{a\overline{b} + \overline{ab} + c} + b(\overline{a + \overline{bc}}) = \dots[a + \overline{b} + c]$$

$$j)y = \overline{x_1x_2 + \overline{x_1x_2}} = \dots[\overline{x_1x_2} + x_1\overline{x_2}]$$

$$k)y = (a + \overline{bc} + cd) + \overline{bc} = \dots[\overline{a + b + \overline{c} + \overline{d}}]$$

$$l)y = a + c + bd + \overline{bd} = \dots[\overline{ac(b\overline{d} + b\overline{d})}]$$

$$m)y = \overline{(a + bc)} + a(b + \overline{c}) = \dots[\overline{c} + b]$$

$$n)y = \overline{a + b + a \cdot \overline{b}} = \dots[\overline{a + b}]$$

$$o)y = \overline{a + b + \overline{ac}} + cd + (a + \overline{bc}) = \dots[\overline{a + a\overline{bc} + cd}]$$

$$p)y = \overline{a(b + \overline{ac})} + \overline{cd(a + \overline{bc})} = \dots[\overline{a + \overline{b} + cd}]$$

$$q)y = \overline{(c + d)(\overline{c} + \overline{d}) \cdot \overline{adc}} = \dots[\overline{c\overline{d} + cd}]$$

$$r)y = \overline{a + b + c \cdot a + b} = \dots[\overline{abc}]$$

$$s)y = \overline{a + b + c + ab + ac} = \dots[a\overline{bc} + \overline{ab} + \overline{ac}]$$

$$t)y = \overline{a(b + \overline{ac})} = \dots[\overline{a + \overline{bc}}]$$

$$u)y = \overline{cd(a + \overline{bc})} = \dots[cd + \overline{ab} + \overline{ac}]$$

$$v)y = \overline{a + bc \cdot b} = \dots[a + \overline{b} + \overline{c}]$$