

Fakulta strojní VŠB – TUO

Katedra automatizační techniky a řízení

Základy automatizace

LOGICKÉ ŘÍZENÍ
doc. Ing. Jaromír ŠKUTA, Ph.D.

Fakulta strojní VŠB – TUO

Katedra automatizační techniky a řízení

Téma přednášky:
Logické řízení - základní logické funkce, Booleova algebra, symbolika, zápis logické funkce, úpravy a minimalizace logických funkcí. Realizace logických funkcí.

2

Fakulta strojní VŠB – TUO


Obsah prezentace

- Co je to logické řízení
- Rozdělení logických úloh
- Stavební prvky pro realizaci logických úloh
- Postup řešení logických úloh
- Použití v reálných aplikacích

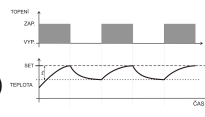

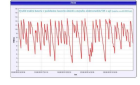
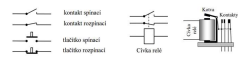
3

Fakulta strojní VŠB – TUO

Co je to logické řízení - využití




- Využití logického řízení (běžné věci kolem nás)
 - PC
 - Automat na kafe
 - Automatické pračka
 - Regulace teploty
 - Myčka
 - ...

4

Fakulta strojní VŠB – TUO

Rozdělení logických úloh



Obvody, které realizují logické funkce dělíme do základních dvou skupin: na tzv. **kombinační** a **sekvenční** logické obvody (systémy).


Aktuální dvouhodnotový **výstup kombinačních logických obvodů** je závislý na aktuálních **vstupních dvouhodnotových signálech**.

Naproti tomu **výstup sekvenčních logických obvodů** je navíc závislý na předcházejících stavech výstupů.

5

Fakulta strojní VŠB – TUO


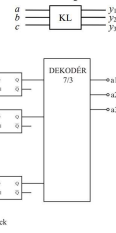
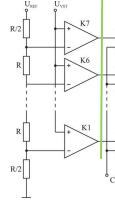
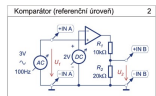
Rozdělení logických úloh



Logické řízení má svoji matematickou teorii, která se nazývá **Booleova algebra (zákony)**.

Využívá proměnné (veličiny), které nabývají dvou hodnot: ano / ne, pravda / nepravda, true / false (anglicky), logická 1 / logická 0.

Slovní zadání se rozdělí na dílčí **výroky**.

6

Fakulta strojní VŠB – TUO
Základní logické funkce

- Negace
- Logický součet (disjunkce)
- Negovaný logický součet (Piercův funktor)
- Logický součin (konjunkce)
- Negovaný logický součin (Shefferův funktor)
- Výlučný (exkluzivní) součet
- Shoda (ekvivalence)
- Neshoda (nonekvivalence)

Fakulta strojní VŠB – TUO
Základní logické funkce

Fakulta strojní VŠB – TUO
Základní logické funkce

Negace
 Slovní vyjádření: opak
 Anglický název: NOT
 Operátor: pruh nad proměnnou
 Vzorec: $y = \bar{a}$ ($y = \text{NOT } a$)
 Tabulka:

a	y
0	1
1	0

Dvojnásobná negace

Fakulta strojní VŠB – TUO
Základní logické funkce

Logický součet (disjunkce)
 Slovní vyjádření: nebo
 Anglický název: OR
 Operátor: +, ∪
 Vzorec: $y = a + b$ ($y = a \text{ OR } b$)
 Tabulka:

a	b	y
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

Fakulta strojní VŠB – TUO
Základní logické funkce

Logický součin (konjunkce)
 Slovní vyjádření: a
 Anglický název: AND
 Operátor: •, ∩
 Vzorec: $y = a \cdot b$ ($y = a \text{ AND } b$)
 Tabulka:

a	b	y
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

Fakulta strojní VŠB – TUO
Základní logické funkce

Negovaný logický součet (Piercův funktor)
 Slovní vyjádření: opak součtu
 Anglický název: NOR
 Vzorec: $y = \overline{a + b}$ ($y = a \text{ NOR } b$)
 Tabulka:

a	b	y
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0

de Morganovy $\overline{a + b} = \overline{a} \cdot \overline{b}$ $\overline{a \cdot b} = \overline{a} + \overline{b}$ (1.13)

Fakulta strojní VŠB – TUO

Základní logické funkce

Negovaný logický součin (Shefferův funktor)
 Slovní vyjádření: opak součinu
 Anglický název: NAND
 Vzorec: $y = a \bullet b$ ($y = a \text{ NAND } b$)
 Tabulka:

a	b	y
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

$y = a \bullet b$

de Morganovy	$a + b = \overline{\overline{a} \bullet \overline{b}}$	$a \bullet b = \overline{\overline{a} + \overline{b}}$	(1.13)
--------------	--	--	--------

Fakulta strojní VŠB – TUO

Zákony Booleovy algebry

Základními zákony Booleovy algebry je zákon komutativní o změně pořadí jednotlivých proměnných

$$a + b = b + a, a \bullet b = b \bullet a, \quad (1.3)$$

asociativní o závorkách

$$a + (b + c) = (a + b) + c, a \bullet (b \bullet c) = (a \bullet b) \bullet c \quad (1.4)$$

a distributivní o vytýkání proměnných před závorkou

$$a \bullet b + a \bullet c = a \bullet (b + c), (a + b) \bullet (a + c) = a + b \bullet c. \quad (1.5)$$

Důležitým je také zákon o dvojí negaci

$$\overline{\overline{a}} = a. \quad (1.6)$$

Fakulta strojní VŠB – TUO

Zákony Booleovy algebry

Tabulka 1.4 – Duální páry zákonů

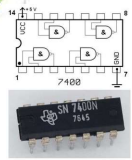
Název zákona	Logický součet	Logický součin	Číslo rovnice
vyloučení třetího	$a + \overline{a} = 1$	$a \bullet \overline{a} = 0$	(1.7)
neutrálnost	$a + 0 = a$	$a \bullet 1 = a$	(1.8)
agresivnost	$a + 1 = 1$	$a \bullet 0 = 0$	(1.9)
idempotence	$a + a = a$	$a \bullet a = a$	(1.10)
absorpce	$a + a \bullet b = a$	$a \bullet (a + b) = a$	(1.11)
	$a + \overline{a} \bullet b = a + b$	$a \bullet (\overline{a} + b) = a \bullet b$	(1.12)
de Morganovy	$\overline{a + b} = \overline{a} \bullet \overline{b}$	$\overline{a \bullet b} = \overline{a} + \overline{b}$	(1.13)

Tabulka 1.5 – Ověření de Morganových zákonů

a	b	\overline{a}	\overline{b}	$a + b$	$\overline{a + b}$	$\overline{a} \bullet \overline{b}$	$a \bullet b$	$\overline{a \bullet b}$	$\overline{\overline{a} + \overline{b}}$
0	0	1	1	0	1	1	0	1	1
0	1	1	0	1	0	0	0	1	1
1	0	0	1	1	0	0	0	1	1
1	1	0	0	1	0	0	1	0	0

Fakulta strojní VŠB – TUO

Základní logické funkce



10x ST
74HC00M
Quad 2-Input NAND Gate in SMD

- Počet vstupů 2, 3, ...
- Převod na jeden typ hradel s využitím de Morganových zákonů a dvojnásobná negace.

de Morganovy	$\overline{a + b} = \overline{a} * \overline{b}$	$\overline{a * b} = \overline{a} + \overline{b}$	(1.13)
--------------	--	--	--------

Obrazek 1.11 – Hradlo NAND se dvěma vstupy

Fakulta strojní VŠB – TUO

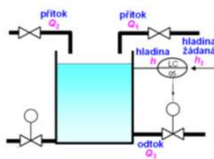
Postup řešení logických úloh

- Slovní zadání
- Určení počtu vstupních a výstupních proměnných
- Sestavení a vyplnění pravdivostní tabulky
- Minimalizace výrazů
- Převod na jeden typ hradel
- Sestavení KLO
- Výkonové zesílení výstupů

Fakulta strojní VŠB – TUO

Postup řešení logických úloh (Slovní zadání, počty I/O)

- ... Otevřete odtokový ventil (3) pokud hladina v nádobě překoná max. dovolenou výšku hladiny a je aktivní některý ze dvou ventilů (1, 2) na straně přítoku ...
- Vstup** výška hladiny, stav ventilu 1, stav ventilu 2
- Výstup** stav ventilu 3



Fakulta strojní VŠB – TUO

Postup řešení logických úloh

□ **Syntéza kanonického tvaru kombinační logické funkce**

Tabulka hodnot logické funkce se sestaví podle požadované funkce logického řízení. Dalším krokem analýzy funkce je odvození vzorce, který tabulkovým hodnotám logických proměnných vyhovuje. Podle principu duality lze definovat dva tvary (tzv. kanonické tvary dané aplikací zvoleného pravidla), které jsou vytvořeny jako

- součet součinů (úplná disjunktivní normální forma)
- součin součtů (úplná konjunktivní normální forma).

Dualita spočívá ve vzájemném záměně logického součtu a součinu. Postup vytvoření vzorce bude vysvětlen na příkladu.

22

Fakulta strojní VŠB – TUO

Sestavení logické funkce

Algoritmus bude demonstrován na příkladu zápisu logické funkce pomocí Karnaughovy mapy. Následující příklad vede na kanonický tvar součtu 4 členů se součiny 3 logických proměnných

$$y = a \cdot \bar{b} \cdot c + a \cdot b \cdot c + a \cdot b \cdot \bar{c} + \bar{a} \cdot b \cdot c$$

Na mapě vlevo lze určit tři dvojice jedniček v sousedních polích mapy ve směru řádků a sloupců, které jsou označeny 1, 2 a 3. Tyto kombinace proměnných nahrazují členy

1: $a \cdot \bar{b} \cdot c + a \cdot b \cdot c = a \cdot c \cdot (\bar{b} + b) = a \cdot c$

2: $a \cdot b \cdot c + a \cdot b \cdot \bar{c} = a \cdot b \cdot (c + \bar{c}) = a \cdot b$

3: $a \cdot b \cdot \bar{c} + \bar{a} \cdot b \cdot \bar{c} = b \cdot \bar{c} \cdot (a + \bar{a}) = b \cdot \bar{c}$

Výsledný vzorec pro logickou funkci definovanou Karnaughovou mapou je následující

$$y = a \cdot c + a \cdot b + b \cdot \bar{c}$$

23

Fakulta strojní VŠB – TUO

Postup řešení logických úloh

$$y = \bar{b} \cdot d + a \cdot b \cdot \bar{c}$$

Čtvrtým krokem je sestavení kontaktního schématu. Kontakty a, b, c, d spínají elektrický proud do cívky relé-y, jehož kontakty mohou ocpnout proud do libovolně nastaveného dalšího zařízení.

Pátým a také posledním krokem řešení příkladu je vytvoření blokových schémat pro hradla NAND a NOR. K tomuto účelu je třeba zápis vzorce upravit do tvaru obsahujícího negace a buď logické součty, nebo logické součiny. Pro hradla NAND jsou správy následující

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

Příslušný blokový diagram sestavený z hradel NAND má následující podobu

	Negace	logické součty	logické součiny
0	$\overline{\overline{0}} = 0$	$\overline{\overline{0} \cdot \overline{0}} = \overline{0 \cdot 0} = \overline{0} = 1$	$\overline{\overline{0} \cdot \overline{0}} = \overline{0 \cdot 0} = \overline{0} = 1$
1	$\overline{\overline{1}} = 1$	$\overline{\overline{1} \cdot \overline{1}} = \overline{1 \cdot 1} = \overline{1} = 0$	$\overline{\overline{1} \cdot \overline{1}} = \overline{1 \cdot 1} = \overline{1} = 0$

24

Fakulta strojní VŠB – TUO

Simulace

Proteus Workbench
 5V 10k 1N4148 100k
 100ns

25

Fakulta strojní VŠB – TUO

Katedra automatizační techniky a řízení

Realizace pomocí logických členů

26

Fakulta strojní VŠB – TUO

Shrnutí

- Typy logických úloh
- Základní logické funkce
- Zákony Booleovy algebry
- Stavební prvky logických úloh
- Postup řešení logických úloh
 - NAND
 - NOR

27
