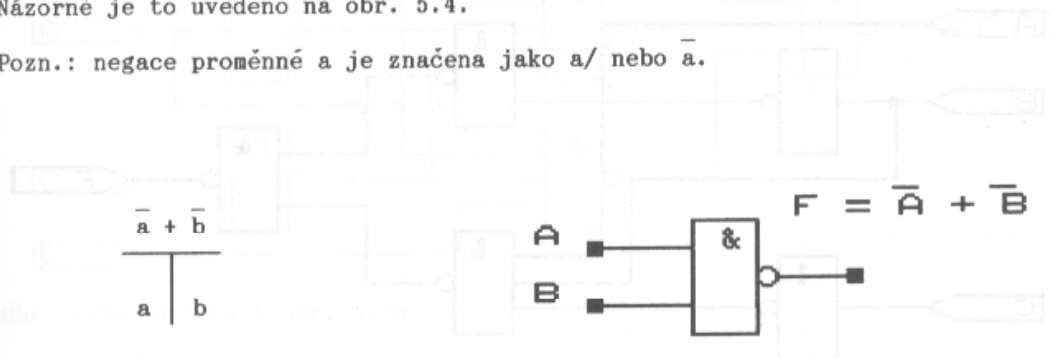


### 5. 3. Rottovy mřížky

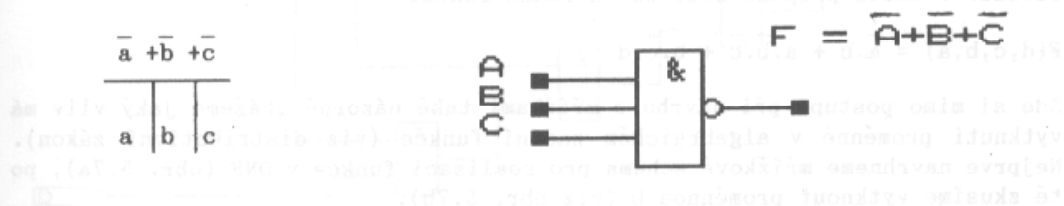
Metoda syntézy a analýzy kombinačních obvodů pomocí Rottových mřížek je na rozdíl od klasických metod (viz předchozí části kap. 5), velice jednoduchá a hlavně odolná proti chybám návrháře. (Název mřížky se označuje jménem inženýra Rotta, pracujícího v 70. letech ve Výzkumném ústavu telekomunikací v Praze 10, viz lit. [15].) Mřížky vznikly jako produkt disertační práce, zabývající se dekompozicí booleovských výrazů. Podstatou zmiňované metody je náhrada hradel NAND symbolem ve tvaru písmene T, kde prostory pod jednotlivými rameny písmene T představují vstupy hradla (v tomto případě dvouvstupového hradla NAND). Uprostřed nad písmenem T je symbol logického operátoru (log. součet) +. Názorně je to uvedeno na obr. 5.4.

Pozn.: negace proměnné a je značena jako a/ nebo  $\bar{a}$ .



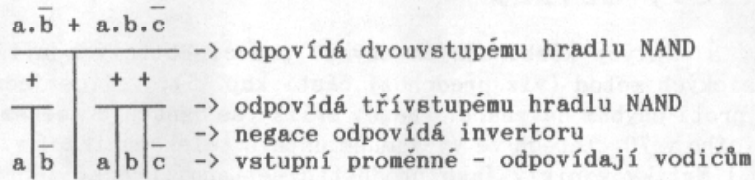
Obr. 5.4a Dvouvstupé hradlo NAND

Pro vícevstupové hradlo platí obdoba písmene T.

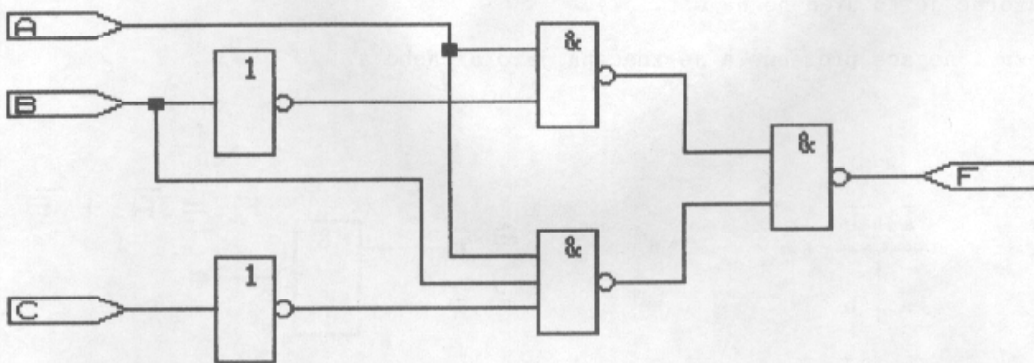


Obr. 5.4b Třívstupé hradlo NAND

Pro názornost si nyní ukážeme příklad syntézy jednoduchého obvodu, zadaného funkcí  $F(c,b,a) = ab/ + abc/$ . Při návrhu pomocí mřížek je třeba si nejprve určit tzv. hlavní operátor z hlediska zákonů Booleovy algebry. V tomto případě je jím operátor logického součtu, +. Znamená to, vzhledem k počtu P-termů z nichž se funkce skládá, že výstupní hradlo bude dvouvstupové. Každý P-term pak představuje další hradlo typu NAND. Všimněme si toho, že sudý počet logických úrovní, přes které se signál šíří, zachovává úroveň vstupní proměnné (viz obr. 5.5 a 5.6).



Obr. 5.5 Mřížkové schéma zadané funkce  $F(c,b,a) = a\bar{b} + abc$

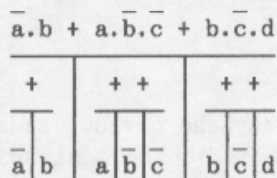


Obr. 5.6 Mřížka z obr. 5.5. překreslená do schematu

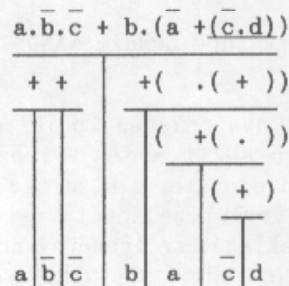
Jako další příklad si ukážeme použití mřížek při realizaci složitějšího obvodu. V tomto případě bude obvod zadán funkcí

$$F(d,c,b,a) = \bar{a}.b + a.\bar{b}.\bar{c} + b.\bar{c}.d$$

Zde si mimo postupu při návrhu s mřížkami také názorně ukážeme jaký vliv má vytknutí proměnné v algebraickém zadání funkce (viz distributivní zákon). Nejprve navrhne mřížkové schéma pro realizaci funkce v DNF (obr. 5.7a), po té zkusíme vytknout proměnnou b (viz obr. 5.7b).

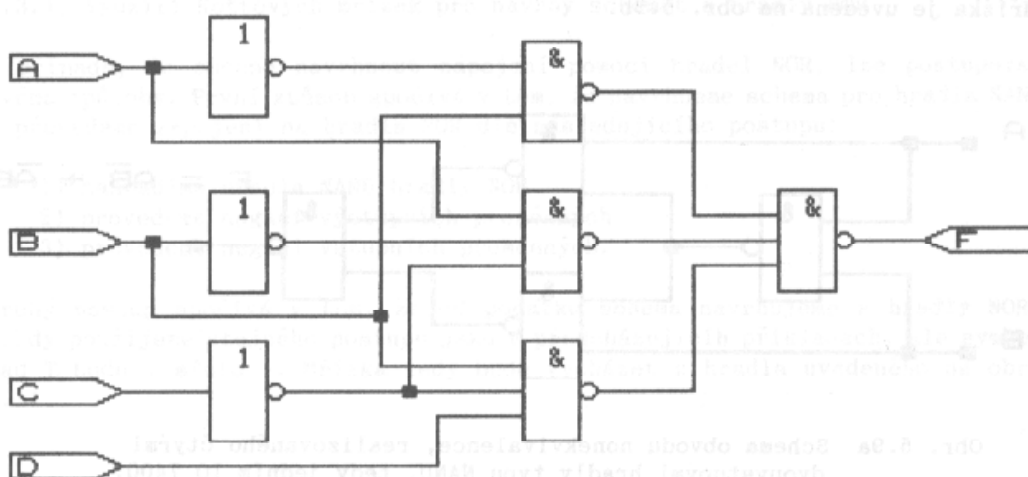


Obr. 5.7a

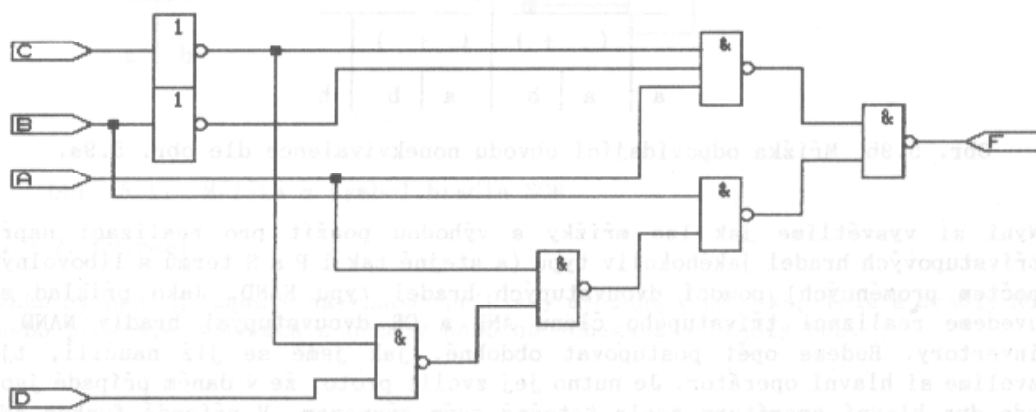


Obr. 5.7b

Jak z obrázků vyplývá, vytknutí způsobí zvýšení počtu logických úrovní, přes které se signál šíří. Za to však získáme snížení počtu vstupů jednotlivých hradel. Zároveň si všimnete i postupu závorek při realizaci mřížkového



Obr. 5.8a Schema k obr. 5.7a



Obr. 5.8b Schema k obr. 5.7b

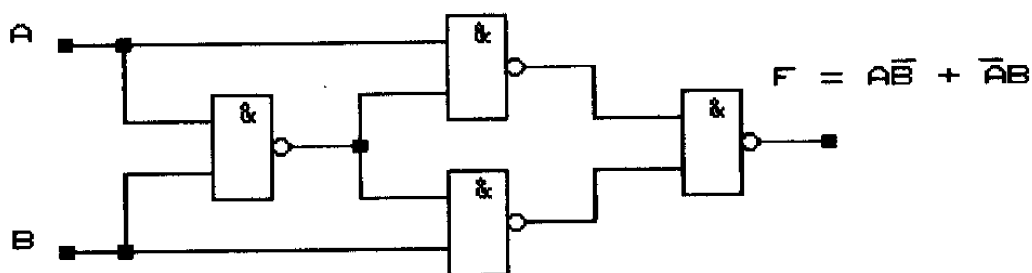
schematu. Samozřejmě, že vzhledem k zákonům B. algebry nebudeme dále uvažovat podtrženou závorku na obr. 5.7b (tato závorka se nezapisuje, zůstává pouze term  $c/d$ ). Schemata odpovídající jednotlivým mřížkám jsou uvedena na obr. 5.8 a, b.

Jako další krok využití Rottových mřížek je analýza schemat. Uvedme si jako příklad klasický obvod nonekvivalence (obr. 5.9a). Velice snadno dostaneme jeho analýzu (analýza zde představuje proces rozkreslení obvodu do mřížky, zanesení vstupů a zjištění jejich výstupní polaroty a tvaru výstupní funkce)

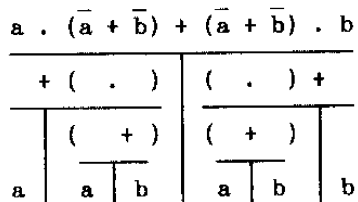
algebraický výraz, dle něhož byl navržen.

Tento výraz je:  $a \cdot (\bar{a} + \bar{b}) + b \cdot (\bar{a} + \bar{b})$ , tedy  $a \cdot \bar{b} + \bar{a} \cdot b$ .

Mřížka je uvedena na obr. 5.9b.

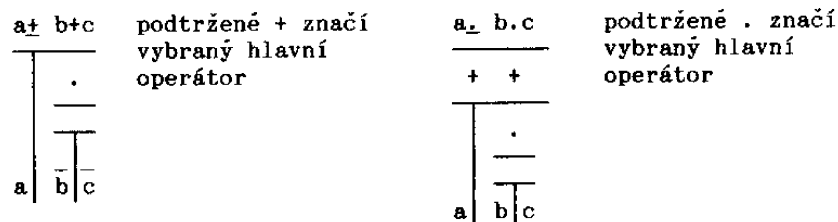


Obr. 5.9a Schema obvodu nonekvivalence, realizovaného čtyřmi dvouvstupými hradly typu NAND, tedy jedním IO 7400.



Obr. 5.9b Mřížka odpovídající obvodu nonekvivalence dle obr. 5.9a.

Nyní si vysvětlíme jak lze mřížky s výhodou použít pro realizaci např. třívstupových hradel jakéhokoliv typu (a stejně tak i P a S termů s libovolným počtem proměnných) pomocí dvouvstupových hradel typu NAND. Jako příklad si uvedeme realizaci třívstupého členu AND a OR dvouvstupými hradly NAND a invertory. Budeme opět postupovat obdobně, jak jsme se již naučili, tj. zvolíme si hlavní operátor. Je nutno jej zvolit proto, že v daném případě jsou zde dva hlavní operátory zcela totožné svým významem. V případě funkce AND jsou to dva součiny a v případě funkce OR jsou to dva součty. Postup je naznačen na obr. 5.10.



Obr. 5.10 Postup při náhradě vícevstupových hradel dvouvstupými

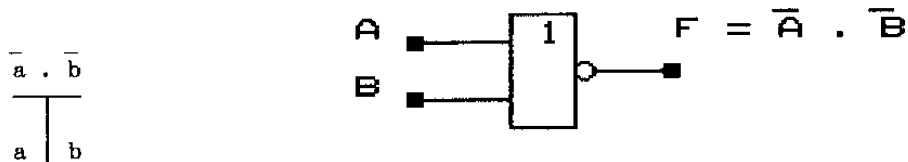
Schema si v tomto případě již nebudeme uvádět, neboť jeho struktura je již evidentní.

### 5.3.1. Využití Rottových mřížek pro návrhy schemat s hradly NOR

V případě, že chceme navrhnout zapojení pomocí hradel NOR, lze postupovat dvěma způsoby. První způsob spočívá v tom, že navrhne schema pro hradla NAND a převedeme zapojení na hradla NOR dle následujícího postupu:

- 1) nahradíme hradla NAND hradly NOR
- 2) provedeme negaci výstupních proměnných
- 3) provedeme negaci vstupních proměnných.

Druhý postup spočívá v tom, že od počátku schema navrhujeme s hradly NOR. Tehdy použijeme stejného postupu jako v předcházejících příkladech, ale symbol nad  $T$  bude  $.$  místo  $+$ . Mřížka tedy bude vycházet z hradla uvedeného na obr. 5.11.



Obr. 5.11 Mřížka a symbol hradla NOR

### 5.3.2. Cvičení

Jako cvičení si zkuste navrhnout příklady uvedené v této kapitole s hradly NOR nebo převedte schemata s hradly NAND na schemata s hradly NOR.