

Zvyšovanie spoľahlivosti použitím rezervných prvkov

Záloha:

statická – bez prepínania (stála)

dynamická – s prepínaním (substitučná)

konfiguračná – rovnaká štruktúra zálohy - funkcia vždy rovnaká

funkčná - odlišná štruktúra zálohy

Na úrovni súčiastok len statické zálohovanie- prepínače majú nižšiu spoľahlivosť

Na úrovni blokov dynamické, ale aj statické zálohovanie

Na úrovni systémov prevažuje dynamické zálohovanie

Statická redundancia

- neopravované systémy

- náklady na realizáciu nie sú prísne obmedzené

Statická redundancia na úrovni súčiastok

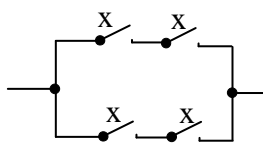
- paralelne zapojenie v zmysle spoľahlivosti

- spoľahlivé rozopnutie kontaktu - sériové zapojenie

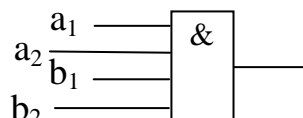
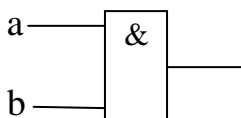
- spoľahlivé zopnutie kontaktu - paralelné zapojenie

- kombinácia - štvoricová štruktúra

Štvoricová štruktúra

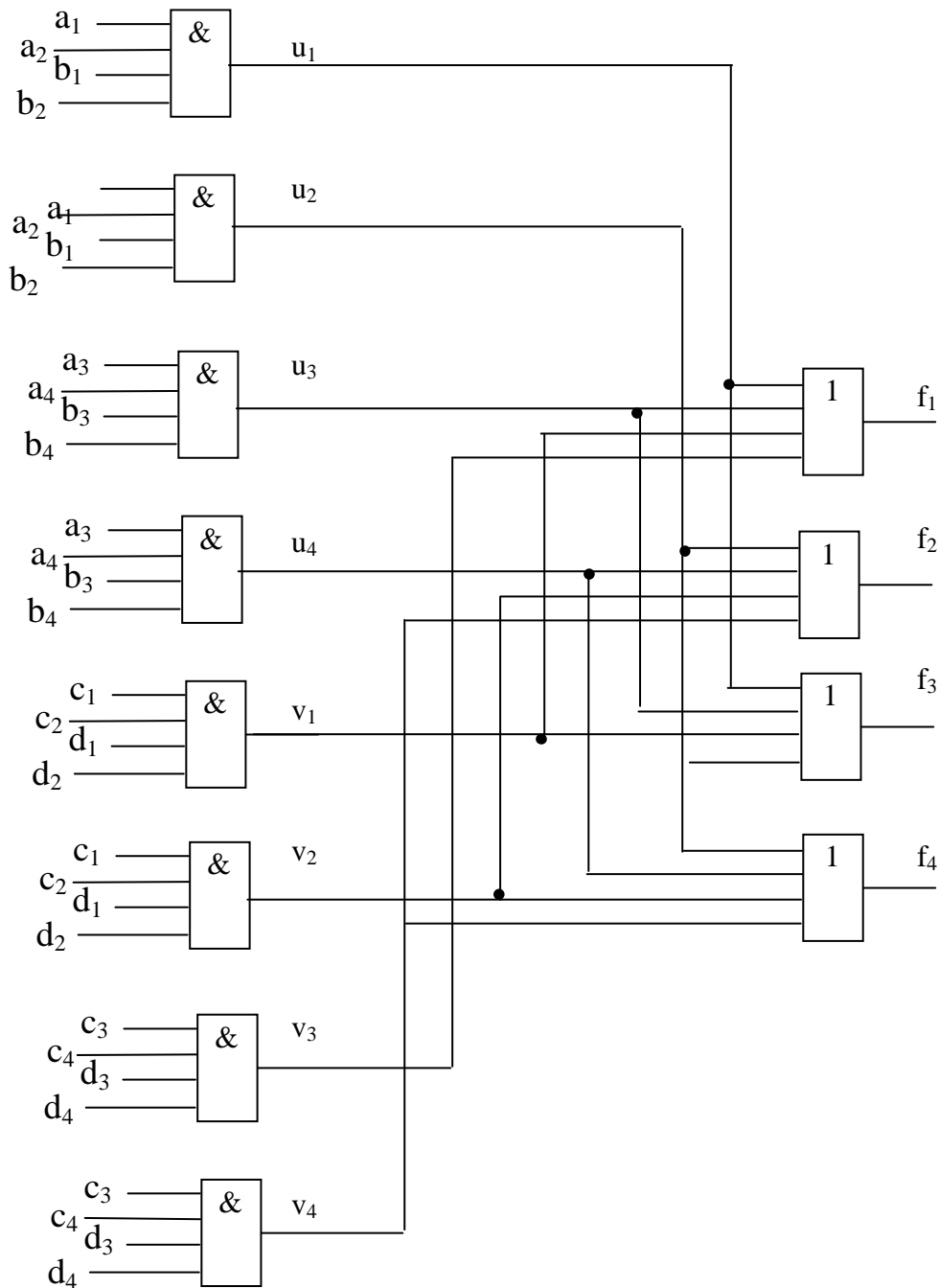


Štvoricová štruktúra spínacieho kontaktu



Zabezpečenie 2-vstupového člena AND proti poruchám t1 na vstupoch

Štvoricová realizácia funkcie $f = ab + cd$

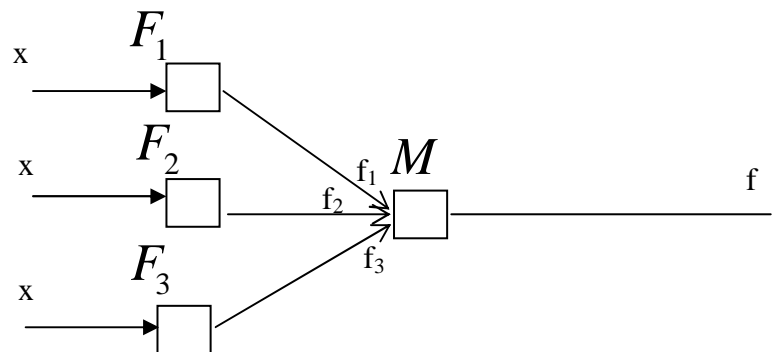


- Preťkané siete
- každý člen je nahradený k^2 členmi s k vstupmi
 - môže opraviť $k-1$ súčasných porúch v sieti

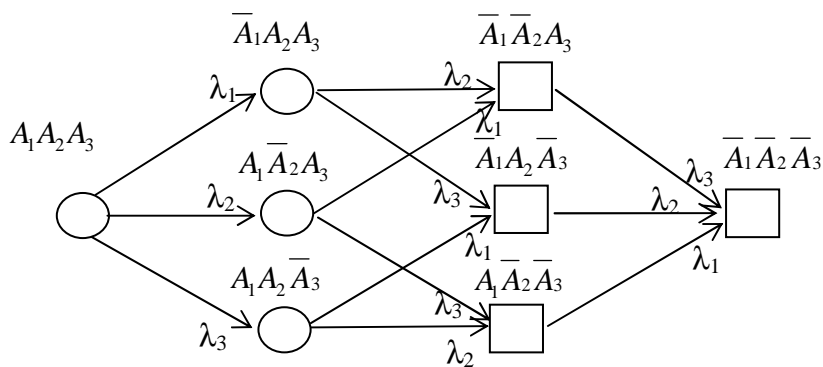
Trojmodulárna redundancia

Štruktúra systému TMR

$$f = f_1 f_2 \vee f_1 f_3 \vee f_2 f_3$$



Graf technických stavov systému TMR



Graf technických stavov systému TMR

- Činnosť bezporuchová: a) všetky tri moduly pracujú správne
 b) iba dva (ľubovoľné) moduly pracujú správne

$$R_{TMR} = R_a + 3R_b$$

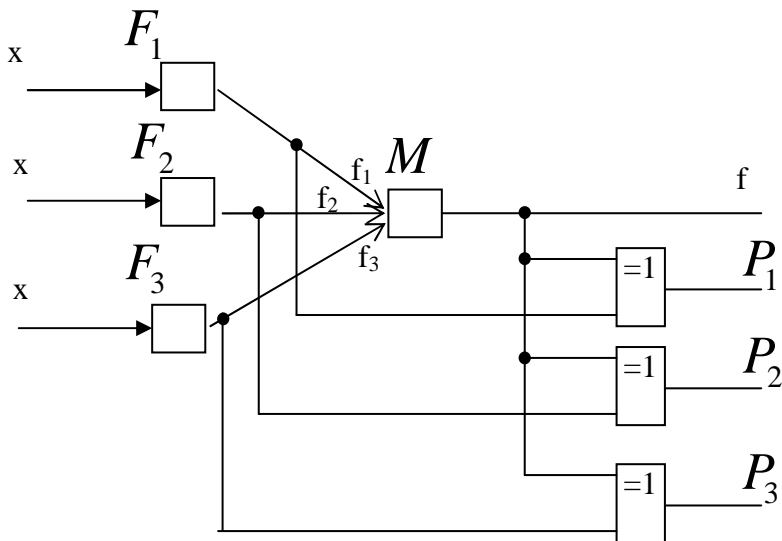
$$R_a = R^3 ; \quad R_b = R^2 Q = R^2 (1 - R) = R^2 - R^3$$

$$R_{TMR} = R^3 + 3R^2 - 3R^3 = 3R^2 - 2R^3$$

Exponenciálny zákon rozdelenia:

$$R_{TMR} = 3 e^{-2\lambda t} - 2 e^{-3\lambda t}$$

TMR / Simplex (TMR / S) - odpojenie poradového a bezporuchového modulov po vzniku poruchy



Spoľahlivosť majoritného člena sa zanedbáva

TMR 1. krát použitá v r. 1951 na VÚMS Praha pri návrhu AJ releového počítača - SAPO.

N - modulárna redundancia NMR

Použitie dynamickej redundancie

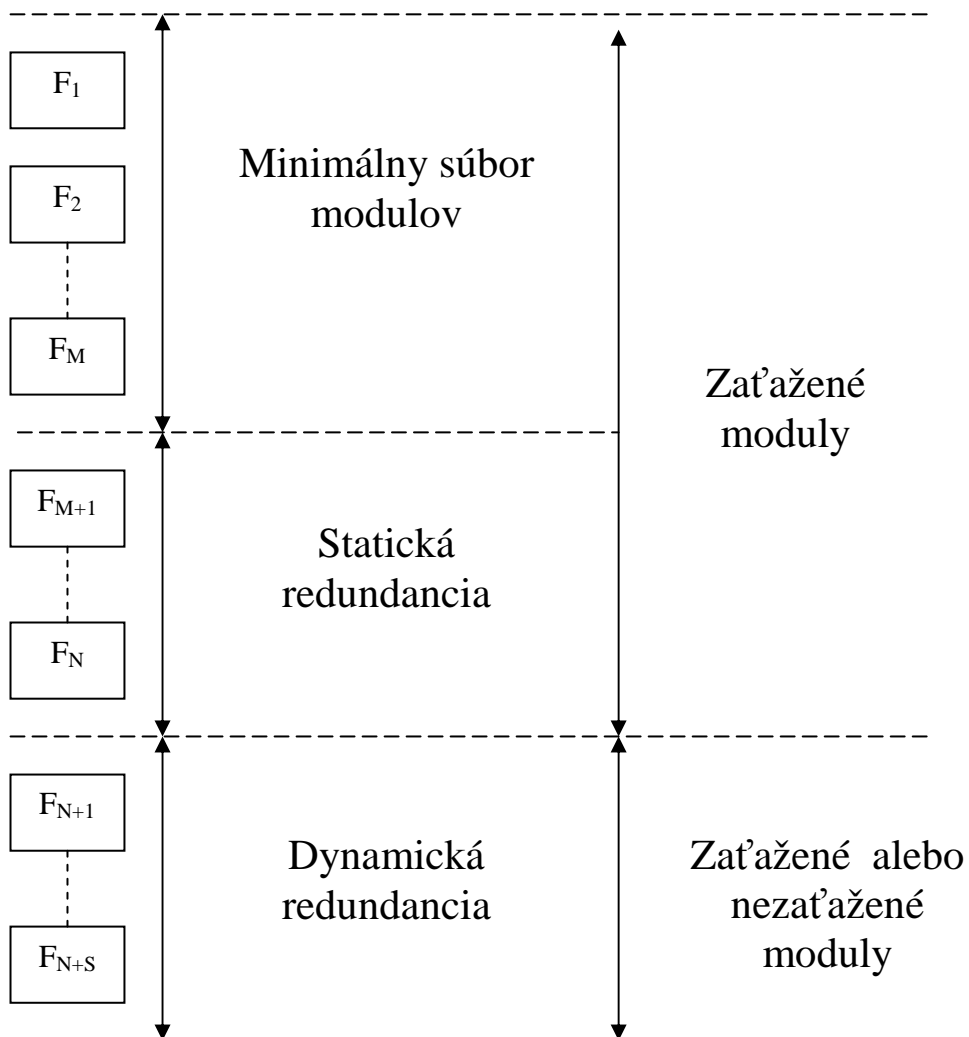
Dynamická záloha - zat'ažená $R_z(t) = e^{-\lambda t}$
- odľahčená $R_o(t) = e^{-\lambda(t-t_2)}$
- nezat'ažená $R_n(t) = e^{-\lambda(t-t_1)}$

Spôľahlivosť prepínačov - podstatne jednoduchšie a spoľahlivejšie než systém.

Detekcia poruchy - bezpečnostné kódovanie

Statická záloha na systémovej úrovni

Všeobecná modulárna redundancia GMR



Rekonfigurácia

Systemy odolné voči poruchám

- majú schopnosť správne vykonávať predpísaný algoritmus bez ohľadu na poruchy technického vybavenia a poruchy programového vybavenia.

Výpočet je správny ak:

- program nebol zmenený ani zastavený poruchami
- výsledky neobsahujú žiadne chyby spôsobené poruchami
- doba vykonania výpočtu neprekročila stanovenú hranicu
- každému programu je pridelený dostatočný objem pamäti

System čiastočne odolný: - odolný voči určitým poruchám

- dáva určité chybné výsledky, ktoré však nie sú rozhodujúce

Redundancia: technických prostriedkov
 programových prostriedkov
 časová - opakovanie výpočtu resp. jeho časti

Zotavenie po chybe

Metodika návrhu systémov odolných voči poruchám

- 1) Návrh systémovej architektúry bez odolnosti voči poruchám
- 2) Špecifikácia typu porúch
- 3) Výber vhodného typu redundancie
- 4) Vyhodnotenie dosiahnutého stupňa odolnosti - simulácia: fyzická, funkčná
- 5) Návrh metód testovania redundantných častí
- 6) Zotavenie po chybe