

8.4 DYNAMICKÁ NEDOKONALOSŤ KOMBINAČNEJ ČASTI SEKVENČNÉHO OBVODU

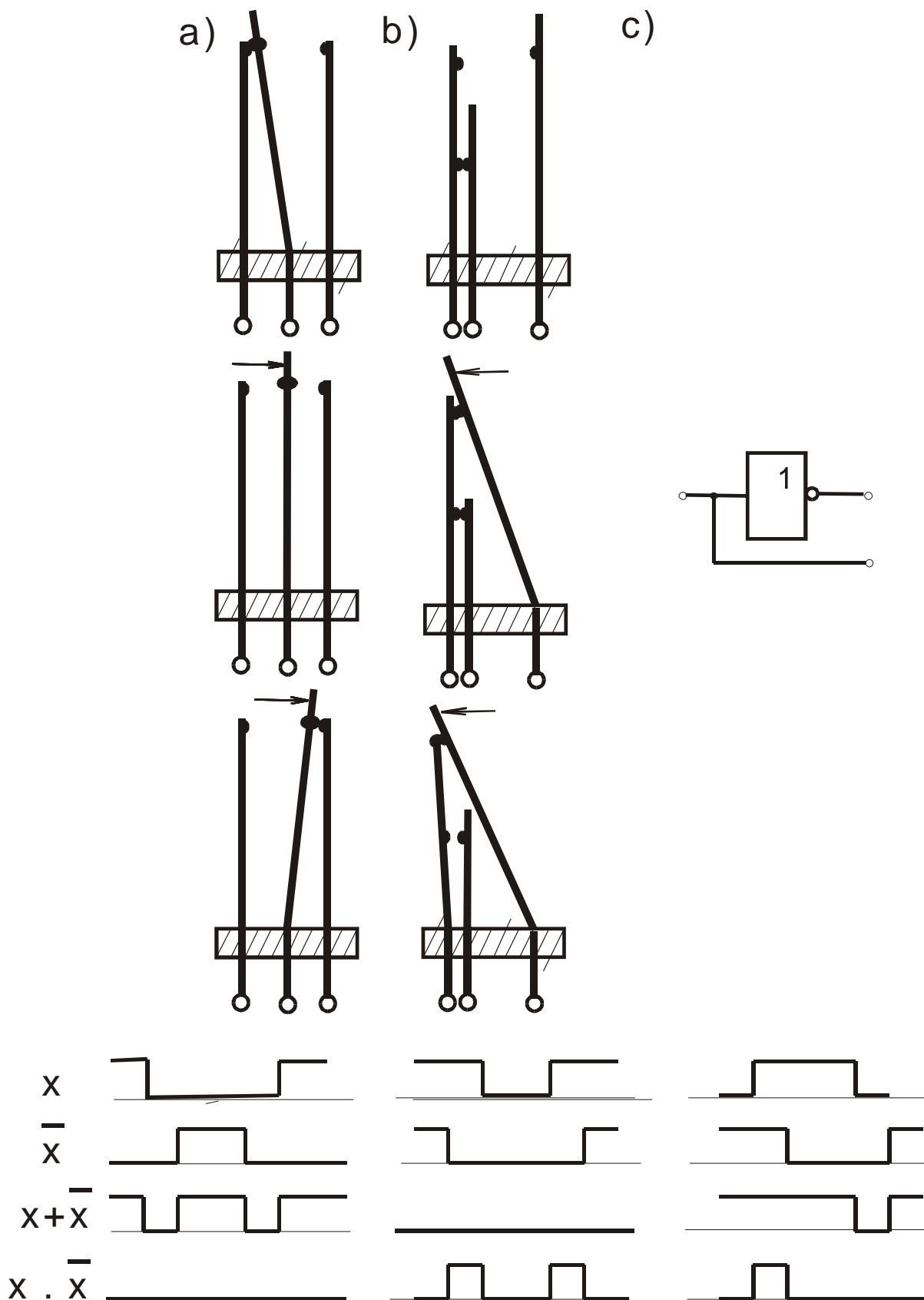
Reálne logické členy vykonávajú svoje funkcie s oneskoreniami, ktoré sú neoddeliteľné od ich funkcií

Nevyhnutnou a postačujúcou podmienkou na to, aby počas prechodového stavu, ktorý zodpovedá zmene hodnoty x_i , výstupná premenná y mala hodnotu **1**, je platnosť vzťahu

$$x_i + \bar{x}_i = 1 \quad (8.21)$$

Nevyhnutnou a postačujúcou podmienkou na to, aby počas zmeny premennej x_i mala výstupná premenná hodnotu **0**, je platnosť vzťahu

$$x_i \cdot \bar{x}_i = 0 \quad (8.22)$$

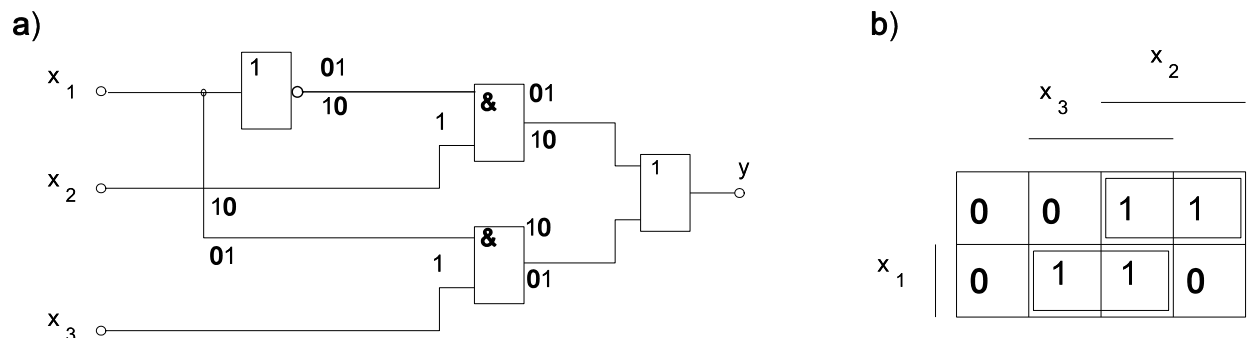


Obr. 8.24 Znáznorenie dynamickej nedokonalosti kontaktov **VPZ** (a), **ZPV** (b), a invertora (c)

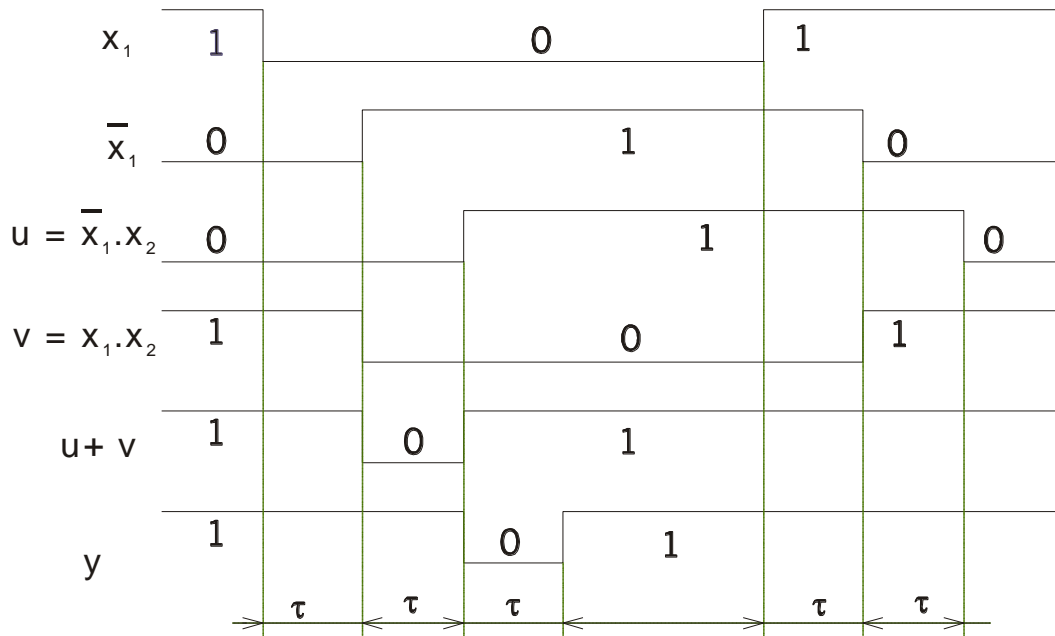
VPZ - vypnutie pred zapnutím - pri kontaktoch **VPZ** nemožno splniť podmienku (8.21).

ZPV - zapnutie pred vypnutím. - pri kontaktoch **ZPV** nemožno splniť podmienku (8.22).

Oneskorenia predstavujú určité riziko nesprávnej hodnoty na výstupe obvodu, ktoré nazývame **hazard** (niekedy tiež poruchový preskok)..



Obr. 8.25 Kombinačný obvod s 1-hazardom (a) a mapa jeho výstupnej funkcie (b)



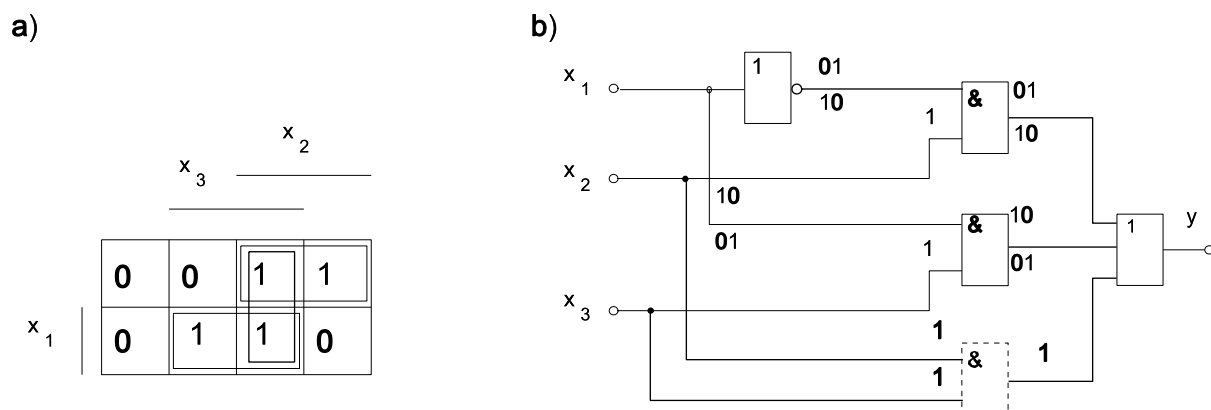
Obr. 8.26 časový diagram zmien hodnôt jednotlivých premenných obvodu z obr. 8.25

Možnosť vzniku takejto chyby v obvode na obr. 8.25a sa nazýva **1-hazard**. V ďalšom sa bude hovoriť, že **v obvode je 1-hazard**, ak je obvod hazardný preto, lebo na jeho výstupnom kanáli **môže vzniknúť statická chyba (hazard) v 1**.

Ak rovnaká funkcia je realizovaná podľa minimálnej **KNF**, na výstupnom kanáli **môže vzniknúť statická chyba v 0** (0-hazard).

Dynamická chyba (dynamický hazard) sa vyznačuje nepárnym počtom (väčším než 1) zmien hodnôt výstupnej premennej, pričom výstup sa má meniť iba raz.

Bezhazardná DNF (KNF) sa vyznačuje tým, že **ľubovoľná dvojica susedných bodov funkcie f s hodnotou 1 (0) je pokrytá aspoň jedným implikantom (implicentom)**.



Obr. 8.27 Bezhazardná realizácia obvodu (a - rozklad na bezhazardný súbor implikantov; b - štruktúrna schéma)

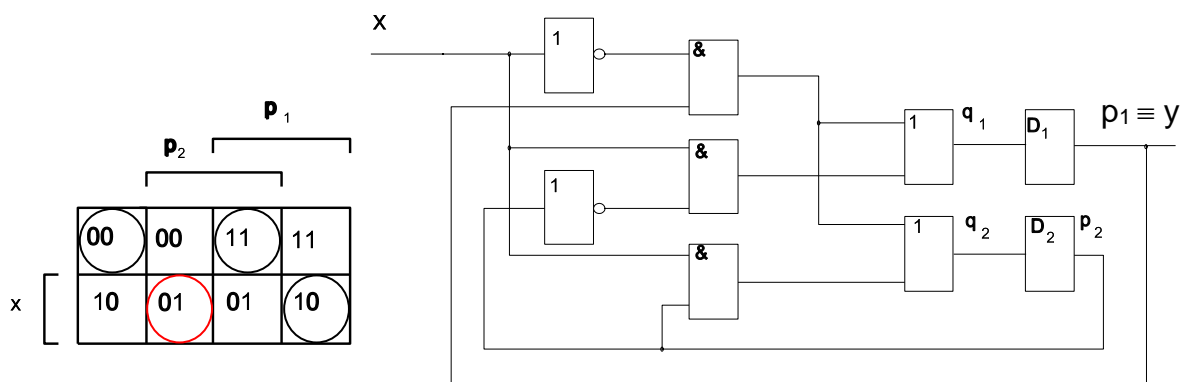
Kombinačný obvod zodpovedajúci bezhazardnej forme je tiež bezhazardný.

1. Vyjadrenie danej funkcie výrazom vo forme **BDNF** alebo **BKNF**. Pri kontaktovej realizácii s kontaktmi **VPZ** "stačí" nájsť minimálnu **KNF** a s kontaktmi **ZPV** zase minimálnu **DNF**.
2. Úprava danej **DNF** alebo **KNF** na zátvorkovú formu (použitím hore uvedených pravidiel), ktorá je potom tiež bezhazardná.
3. Obvodová realizácia funkcie z bezhazardného výrazu v tvare DNF, KNF alebo v niektorej zátvorkovej forme.

Zostaviť kombinačný obvod, ktorý by bol bezhazardný pri zmene viacerých vstupných premenných, je možné s použitím **filtračných oneskorovacích členov**.

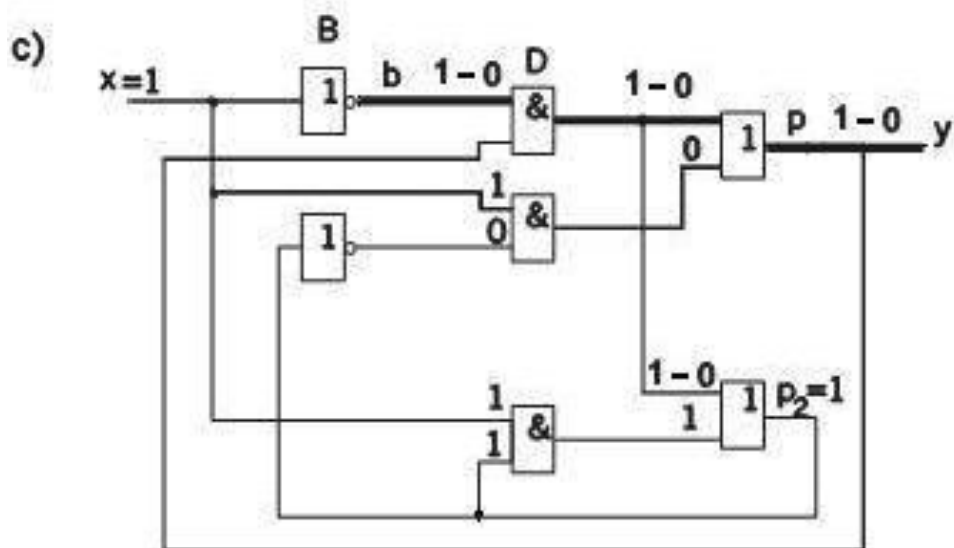
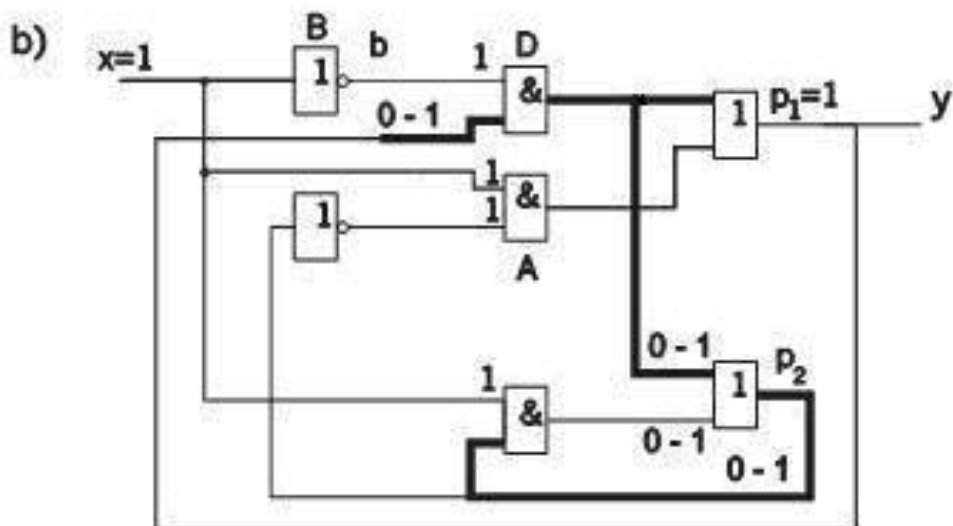
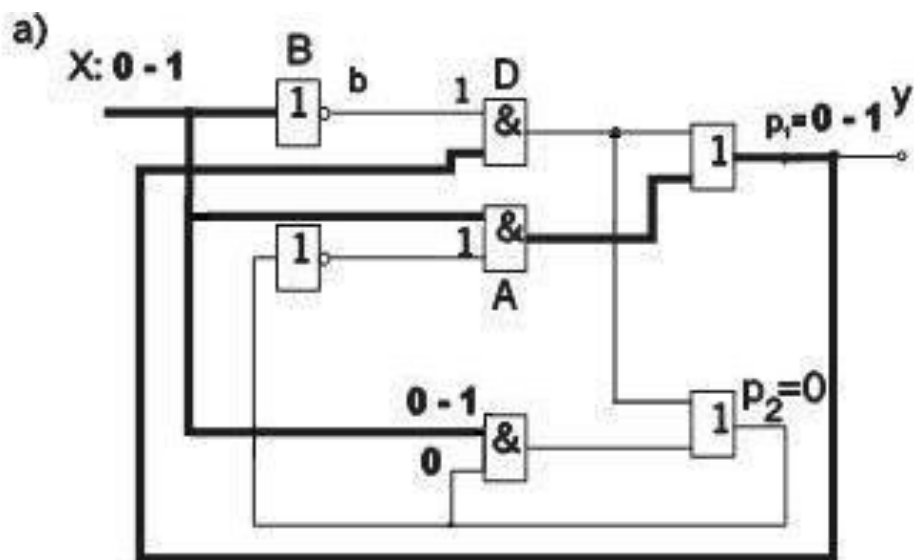
Chyby v kombinačnej časti môžu spôsobiť trvalú chybu sekvenčného obvodu.

Eliminácia hazardu v kombinačnej časti ešte nestačí na to, aby obvod v každom prípade pracoval bez trvalých chýb. Trvalá chyba môže vzniknúť aj z iných príčin, ako to ilustruje nasledujúci príklad.



Obr.8.1 Príklad vplyvu hazardu v kombinačnej časti na vznik trvalej chyby v sekvenčnom obvode

Štruktúrna syntéza sekvenčných obvodov



Príčinou zlyhania obvodu je tu to, že súčinový člen **D** indikuje zmenu stavovej premennej p_1 skôr ako zmenu vstupnej premennej x , t.j. **indikuje zmenu stavu skôr ako zmenu vstupu, ktorý zmenu stavu pôvodne inicializoval**. Riziko spojené s možnosťou vzniku trvalej chyby z uvedenej príčiny sa nazýva **podstatný hazard** v sekvenčnom obvode.

Podstatný hazard sekvenčnom obvode možno identifikovať už na úrovni konečného automatu.

V sekvenčnom obvode zodpovedajúcom fundamentálnemu automatu $A = (X, S, Y, \delta, \lambda)$ prvého rádu bez ohľadu na zvolený vnútorný kód bude pri prechode $S_1 \rightarrow S_2$ pri zmene vstupu $X_1 \rightarrow X_2$ podstatný hazard práve vtedy, ak v A platí:

$$\delta^*(S_1, X_2 X_1 X_2) \neq \delta(S_1, X_2) = S_2 \quad (8.23)$$

Tab. 8.20 Fragменты tabuliek prechodov, ktoré vedú na podstatný hazard

S(t) X(t)	S ₁	S ₂	S ₃
X ₁	S ₁	S ₃	S ₃
X ₂	S ₂	S ₂	S ₃

S(t) X(t)	S ₁	S ₂	S ₃	S ₄
X ₁	S ₁	S ₃	S ₃	-
X ₂	S ₂	S ₂	S ₄	S ₄

Tab. 8.21 D-trio

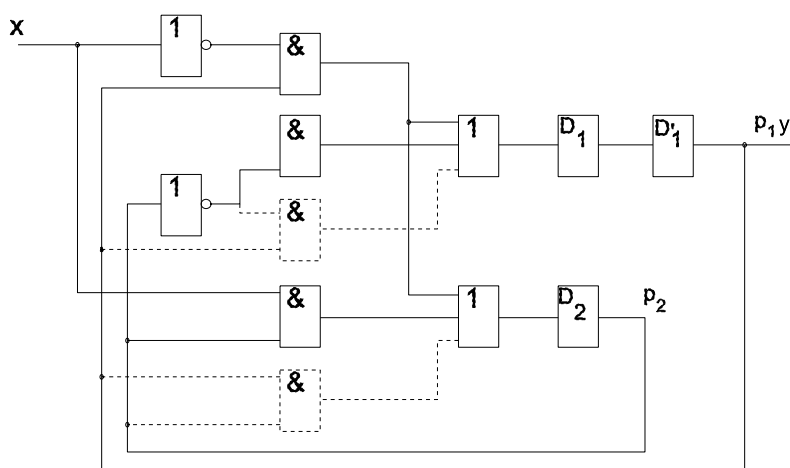
S(t) X(t)	S ₁	S ₂	S ₃
X ₁	S ₁	S ₃	S ₃
X ₂	S ₂	S ₂	S ₂

D – trio - okrem rezultačnej premennej sa môže meniť aj chybová premenná a vznikne súbeh nie len medzi rezultačnými premennými (s čím sa pri voľbe kódu počítalo), ale zúčastnia sa

ho aj chybové premenné. Takýto súbeh stavových premenných sa nazýva rozšírený súbeh. Rozšírený súbeh môže byť kritický, t.j. môže vzniknúť trvalá chyba.

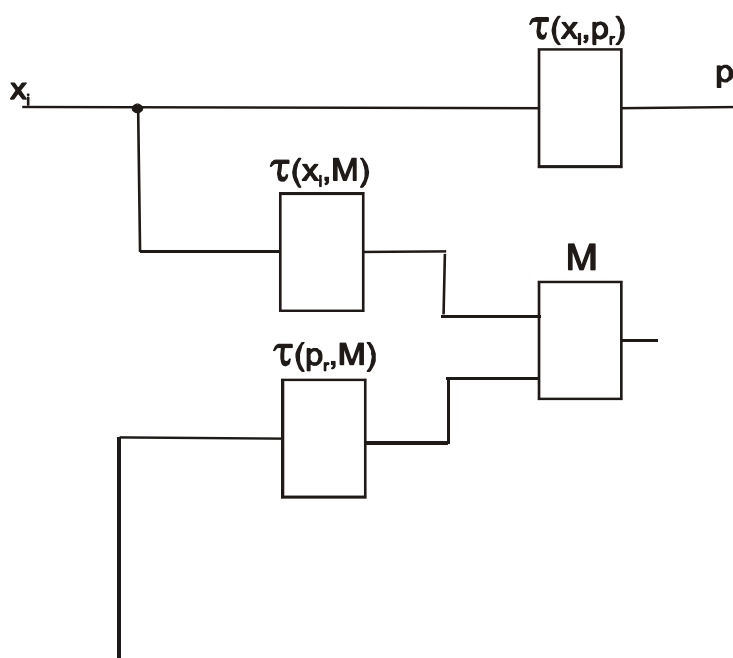
Odstránenie podstatného hazardu resp. **D-tria** sa môže dosiahnuť zaradením dodatočného oneskorenia do spätnej väzby rezultačnej premennej, ktoré však znižuje rýchlosť obvodu (obr. 8.30).

Podstatný hazard sa môže odstrániť aj voľbou vhodnej štruktúry, ktorá mení pomer medzi oneskoreniami inicializačnej a realizačnej premennej. Účinok **D-tria** na vznik trvalých chýb v obvode sa môže odstrániť vhodným kódovaním.



Obr. 8.30 Odstránenie podstatného hazardu zaradením dodatočného oneskorenia

Lernerov graf



Lernerov graf

$$\tau(x_i, M) \leq \tau(x_i, p_r) + \tau(p_r, M)$$

Splníme: zaradením oneskorenia do vetvy p_r

zmenou štruktúry obvodu - $\bar{x}_i \cdot p_r = x_i \downarrow \bar{p}_r$

ASO so samosynchronizáciou

Samosynchronizačný obvod

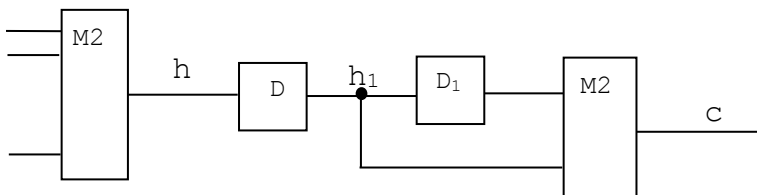
- generuje synchr. Impulzy pri zmene vstupu resp. pri požiadavke na zmenu stavu
- asynchrónne impulzy
- vyhodnocovanie budiacich funkcií v ustálenom stave
- vnútorný kód môže byť optimálny ako pri SSO
- kombinačná časť môže byť iredundantná
- podstatný hazard je eliminovaný pomocou jediného oneskorenia v obvode

Štruktúra samosynchronizácie

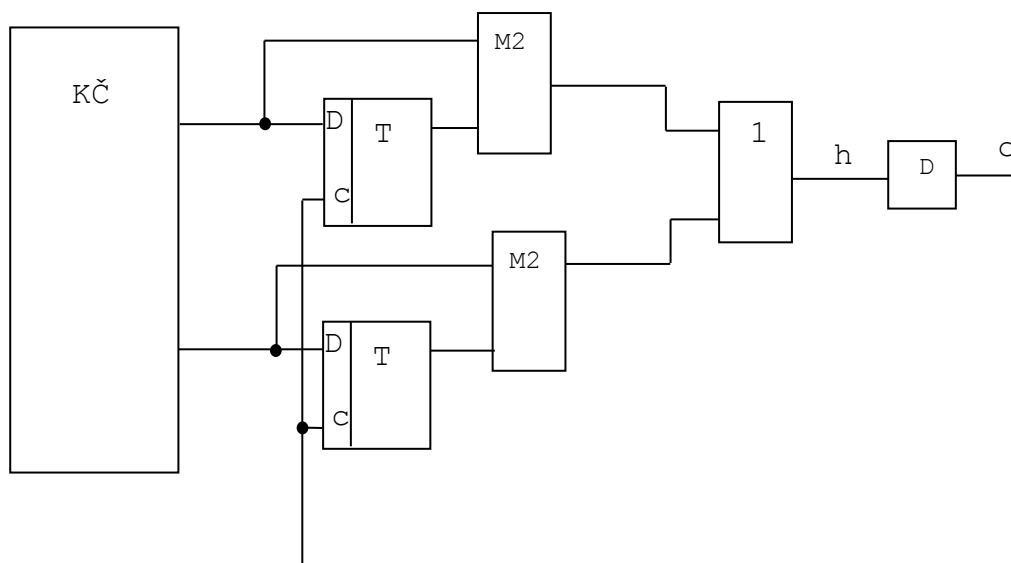
- univerzálna – závisí iba od počtu premenných
- špecifická – závisí od prechodovej funkcie

Samosynchronizácia odvodená od zmien vstupov

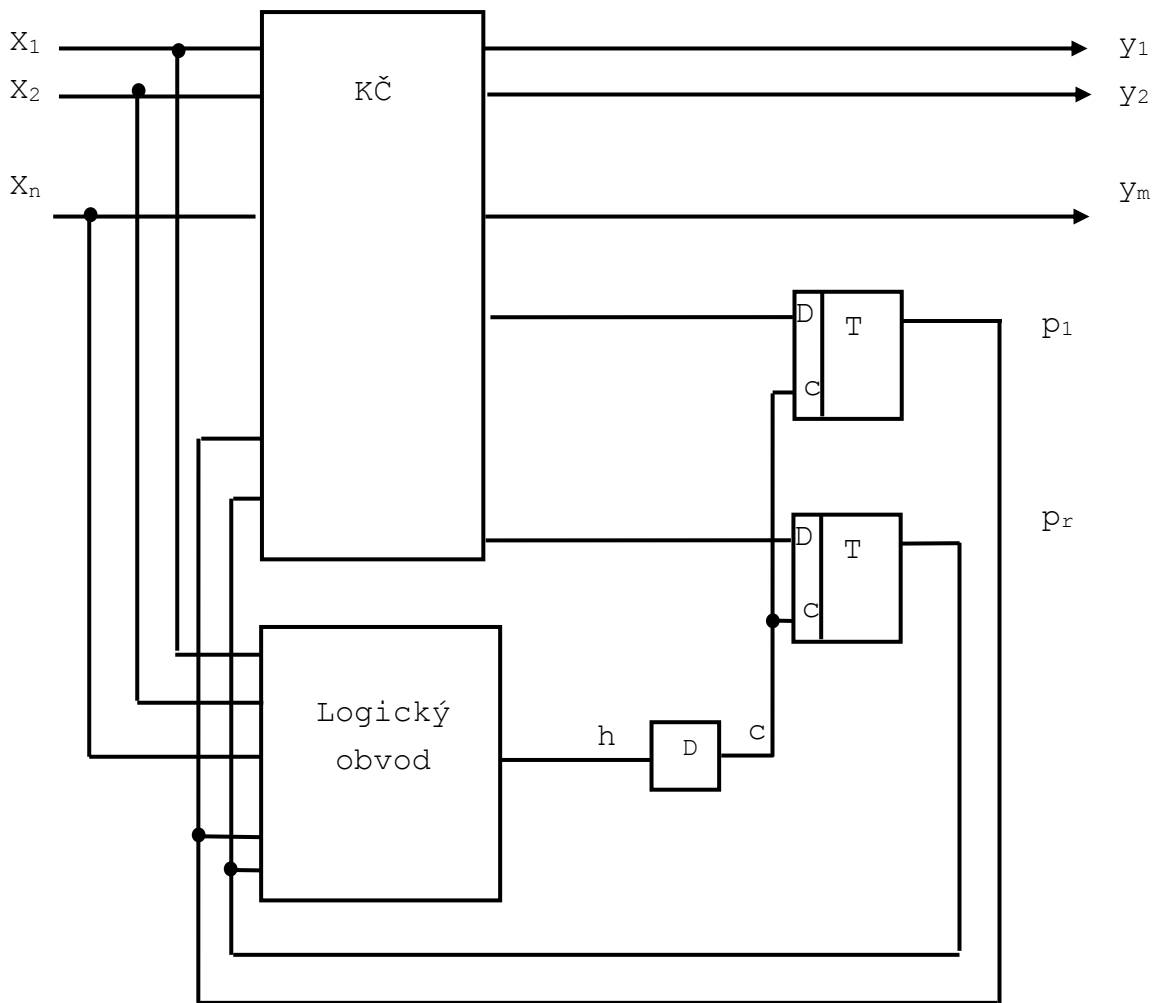
- predpokladá zmenu jedinej premennej v danom čase
- oneskorenie D zabezpečí vyhodnocovanie b.f. v ustálenom stave
- oneskorenie D_1 určí šírku impulzu



Samosynchronizácia odvodená od požiadavky na zmien stavov



Špecifická štruktúra samosynchronizácie – závisí od prechodovej funkcie



Podľa konkrétnej prechodovej funkcie

$$h(S,X) = 0 \text{ ak } \delta(S,X) = S$$

$$h(S,X) = 1 \text{ ak } \delta(S,X) \neq S$$

- generuje sa predná i zadná hrana impulzu
- samosynchronizácia predpokladá fundamentálny automat 1. rádu

Pre FA vyššieho rádu

samosynchronizácia ad 1) nie je vhodná

samosynchronizácia ad 2), 3) dáva 1 impulz pre všetky prechody

- je potrebné ním hradlovať impulzy z generátora

