



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

203304

(11)

(B1)

(22) Přihlášeno 02 02 78

(21) (PV 692-78)

(40) Zveřejněno 30 06 80

(45) Vydáno 15 05 83

(51) Int. Cl.³

H 03 K 17/66

H 03 K 19/08

(75)

Autor vynálezu

PĚCHOUČEK MIROSLAV ing. CSc., PRAHA

(54) Klopný obvod spouštěný a ošetřený proti metastabilním stavům

1

Vynález řeší zapojení klopného obvodu spouštěného hranou a jeho ošetření proti metastabilním stavům za účelem vyloučení nahodilých chyb, které vznikají následkem metastabilních stavů v klopných obvodech.

Dosud známé a používané klopné obvody vykazují nahodilé chyby, jestliže jejich vstupní signály jsou vzájemně asynchronní. Mění-li se například u klopného obvodu MH74S74 vstupní data současně s kladnou hranou hodinového pulsu, vznikne v klopném obvodu metastabilní stav, v němž obě výstupní napětí mají nedefinované hodnoty a to po dobu blíže nespecifikovanou — řádově až stovek ns. Tento problém se až dosud řeší například tak, že se za sebou zařadí dostatečný počet klopných obvodů, což je však nákladné, kromě toho narůstá celkové zpoždění v kaskádě a pravděpodobnost chyby se tím pouze zmenšuje, ale neodstraňuje úplně. Jiný známý způsob řešení používá dostatečně velké zpoždění — řádově stovek ns — k zablokování výstupního napětí šířícího se z výstupů klopného obvodu. Tím se však zavádí stále značné velké zpoždění zpomalující činnost systému.

Uvedené nevýhody odstraňuje zapojení klopného obvodu spouštěného hranou a ošetřeného proti metastabilním stavům po-

2

dle vynálezu, jehož podstata spočívá v tom, že k výstupním svorkám vstupního klopného obvodu jsou připojeny vstupní svorky detektoru metastabilních stavů a první vstupní svorky prvního a druhého logického součtového hradla, jejichž druhé vstupní svorky jsou spolu s hradlovací svorkou vstupního klopného obvodu spojeny s výstupní svorkou detektoru metastabilních stavů a jejichž výstupní svorky jsou připojeny k první a druhé vstupní svorce výstupního klopného obvodu. Jeho výstupní svorky jsou výstupními svorkami celého zapojení a hradlovací svorka detektoru metastabilních stavů tvoří hodinovou svorku celého zapojení. V jiném provedení může první a druhý logický součtový obvod být součástí výstupního klopného obvodu. Rovněž může být první vstupní svorka vstupního klopného obvodu spojena se vstupní svorkou negačního hradla, jehož výstupní svorka je připojena ke druhé vstupní svorce vstupního klopného obvodu.

Výhodou řešení podle vynálezu je jeho jednoduchost a velká pracovní rychlost, jakož i spolehlivost dosažená úplným potlačením nahodilých chyb. Zapojení klopného obvodu spouštěného hranou používá k ošetření proti metastabilním stavům jednoduchý detektor metastabilních stavů, kterým

se výstupy klopného obvodu zablokuji na dobu trvání případně vzniklého metastabilního stavu.

Na připojení obrázku 1a je znázorněno schéma zapojení podle vynálezu, na obr. 1b jsou znázorněny průběhy napětí, na obr. 2 jedno možné provedení detektoru metastabilních stavů a na obr. 3 je znázorněno provedení D-klopného obvodu:

Zapojení na obr. 1a sestává ze známého klopného obvodu 1 typu R—S—T, k jehož vstupním svorkám 13, 14 je svými vstupními svorkami 20, 21 připojen detektor metastabilních stavů 2, jehož vnitřní zapojení je rovněž známo. Jeho výstupní svorka 23 je připojena jednak k hradlovací svorce 12 klopného obvodu 1, jednak ke druhým vstupním svorkám 30 a 40 prvního a druhého logického součtového obvodu 3 a 4. Jejich první vstupní svorky 31 a 41 jsou připojeny rovněž k výstupním svorkám 13 a 14 klopného obvodu 1 a jejich výstupní svorky 32 a 42 jsou připojeny k první a druhé vstupní svorce 50 a 51 výstupního klopného obvodu 5 zapojeného známým způsobem. Hradlovací svorka 22 detektoru metastabilních stavů 2 tvoří hodinovou svorku celého zapojení a první vstupní svorka 10 a druhá vstupní svorka 11 vstupního klopného obvodu 1 tvoří vstupní svorky celého zapojení.

Průběhy napětí 010, 011, 122, 023, 015, 016, 013, 014, 050, 051, 052, 053, na svorkách 10, 11, 22, 23, 15, 16, 13, 14, 50, 51, 52 a 53 jsou znázorněny v časovém diagramu na obr. 1b. Zapojení na obr. 1a pracuje následujícím způsobem: předpokládáme, že na vstupní svorku 1 je přivedena negace napětí ze svorky 10 a že detektor metastabilních stavů 2 je proveden tak, že nulové napětí na jeho hradlovací svorce 22 vyvolá kladné napětí na jeho výstupní svorce 23.

Má-li vstupní nulové napětí 010 dostatečný předstih před vzestupnou hranou napětí 022, jak je tomu v prvním případě, pak nulový puls napětí 016 je dostatečně široký ke spolehlivému překlopení vstupního klopného obvodu 1 do stavu s kladným napětím 014 a nulovým napětím 013. Teprve vzestupnou hranou napětí 022 je ukončen kladný puls napětí 023, neboť detektor 2 začne pracovat jako napěťový komparátor, na jehož výstupní svorce 23 je nulové napětí, když rozdíl mezi napětím 013 a 014 je větší než práh citlivosti, jak je tomu ve stabilním stavu klopného obvodu 1.

Tím se vytvoří sestupná hrana napětí 050, která překlopí i výstupní klopný obvod 5 do stavu s kladným napětím 052 a nulovým napětím 053. Má-li však vstupní napětí 010 nedostatečný předstih před vzestupnou hranou napětí 022, jak je tomu v druhém případě, pak ve vstupním klopném obvodu 1 vznikne metastabilní stav, projevující se například jako soufázové oscilace obou napětí 013 a 014 v blízkosti referenčního napě-

tí. Pro ozřejnění jeho vzniku na okamžik předpokládáme, že vstupní svorky 20, 21 detektoru 2 jsou odpojeny.

Puls napětí 022 by v tom případě končil se vzestupnou hranou napětí 022 a vytvořil by tak pouze úzký impuls napětí 015 (vyznačený na obr. 1b tečkovaně), vyvolávající metastabilní stav. Na hradlovací svorce 22 je v té době však již kladné napětí 022, detektor metastabilních stavů 2 — již s připojenými svorkami 20, 21 — začne pracovat jako napěťový komparátor a na jeho výstupní svorce 23 zůstane proto kladné napětí 023, neboť rozdíl mezi oběma soufázovými napětími 013 a 014 je menší než práh citlivosti.

Toto kladné napětí 023 pak spolu s kladným napětím 010 jednak pomáhá doklopit vstupní klopný obvod 1 do stabilního stavu, jednak zabraňuje překlopení výstupního klopného obvodu 5. Teprve po skončení metastabilního stavu klesne výstupní napětí 023 detektoru 2 opět k nule a dovolí, aby se již ustálený stav vstupního klopného obvodu 1 přenesl do výstupního klopného obvodu 5.

Celé zapojení se tedy chová jako R—S klopný obvod spouštěný vzestupnou hranou napětí 022. Jeho výstupní napětí 052 a 053 jsou zcela prosta poruch, které by jinak způsobovala nedefinované výstupní napětí klopného obvodu 1 nacházejícího se v metastabilním stavu.

Detektor metastabilních stavů 2 je zapojen již známým způsobem, například jako analogový napěťový komparátor se dvěma expandéry typu MH7460, jak je tomu na obr. 2. Emitorová výstupní svorka 81 expandéru 8 je spojena se vstupní svorkou 21 expandéru 9, jehož emitorová výstupní svorka 91 je naopak spojena se vstupní svorkou 20 expandéru 8. Druhá vstupní svorka 82 expandéru 8 je spojena s druhou vstupní svorkou 92 expandéru 9 a tvoří hradlovací svorku 22 celého detektoru 2. Kolektorové výstupní svorky 83 a 94 obou expandérů jsou propojeny a tvoří výstupní svorku 23 detektoru 2.

Tento detektor 2 pracuje tak, že při nulovém napětí na svorce 22 jsou výstupní tranzistory obou expandérů uzavřeny a na svorce 23 je kladné napětí. Při kladném napětí na svorce 22 pracuje detektor 2 jako napěťový komparátor. Je-li rozdíl mezi napětími na svorkách 20 a 21 větší než asi 0,7 V, je výstupní tranzistor jednoho z expandérů 8 a 9 otevřen, takže na výstupní svorce 23 je pak nízká úroveň napětí.

Je-li zmíněný rozdíl menší než asi 0,4 V, není žádný z těchto tranzistorů otevřen a na výstupní svorce 23 je vysoká úroveň napětí.

Podle provedení detektoru metastabilních stavů mohou být místo logických součtových hradel použita logická součinnová hradla.

Výstupní klopný obvod 5 může být zapo-

jen ze dvou logických součtově-součinových negačních hradel tak, že logické součtové obvody 3 a 4 jsou jeho součástí.

Zapojení na obr. 3 sestává z negačního hradla 7 a klopného obvodu 6 typu R—S, jehož vnitřní zapojení je shodné se zapojením na obr. 1a. První vstupní svorka 10 je spojena se vstupní svorkou negačního hradla 7, jehož výstupní svorka je spojena s druhou vstupní svorkou 11. Celé zapojení pracuje jako D-klopný obvod spuštěný kladnou hranou hodinových pulsů přiváděných na hodinovou svorku 22 a ošetřený proti metastabilním stavům.

V jiném neznázorněném případě lze vstupní svorku 10 spojit s výstupní svorkou 52 a vstupní svorkou 11 s výstupní svorkou 53 výstupního klopného obvodu 5. Celé zapojení pak pracuje jako dvojkový čítač, který může čítat libovolně široké pulsy napětí 022 a je ošetřen proti metastabilním stavům vznikajícím účinkem těch z čítaných pulsů, které mají nedostatečnou šířku. V takovém zapojení může být vstupní klopný obvod 1 proveden známým způsobem tak, že je opa-

třen další vstupní svorkou 10' a další vstupní svorkou 11'. S nimi pak celé zapojení pracuje jako J—K klopný obvod spuštěný hranou a ošetřený proti metastabilním stavům.

Vstupní klopný obvod, který je typu R—S—T, lze zapojit také tak, že je opatřen nastavovací, případně nulovací svorkou, kterou lze nastavovat, případně nulovat stav na jeho výstupních svorkách 13, 14. Jestliže se zapojí taková svorka známým způsobem přes vhodný zpožďovací člen na jednu z výstupních svorek 52, 53, pracuje zapojení jako monostabilní obvod spuštěný kladnou hranou a ošetřený proti účinkům metastabilních stavů.

Zapojení podle vynálezu je určeno pro ty číslíkové aplikace, kde se vyžaduje použití klopného obvodu spuštěného hranou a zpracovávajícího vzájemně asynchronní signály, jak je tomu například při vyhodnocování magnetického záznamu, při měření časových intervalů čítáním hodinových pulsů apod.

PŘEDMĚT VYNÁLEZU

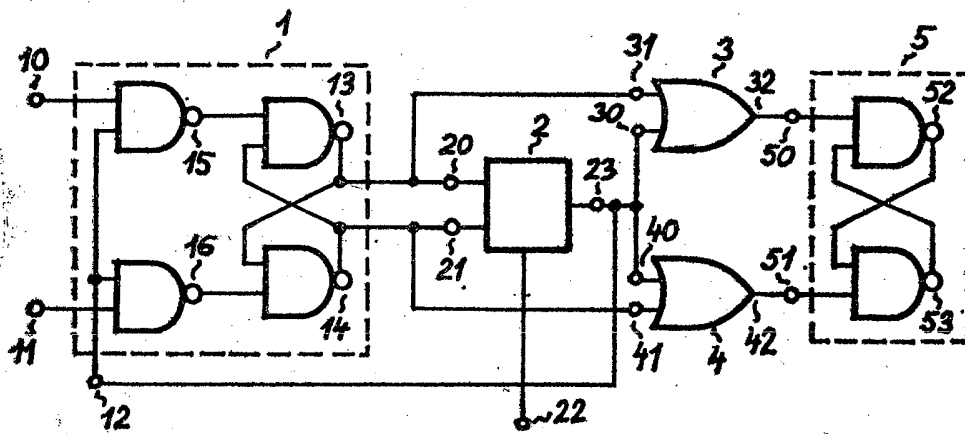
1. Klopný obvod spuštěný hranou a ošetřený proti metastabilním stavům vyznačený tím, že k výstupním svorkám (13, 14) vstupního klopného obvodu (1) jsou připojeny vstupní svorky (20, 21) detektoru metastabilních stavů (2) a první vstupní svorky (31, 41) prvního a druhého logického součtového hradla (3, 4), jejichž druhé vstupní svorky (30, 40) jsou spolu s hradlovací svorkou (12) vstupního klopného obvodu (1) spojeny s výstupní svorkou (23) detektoru metastabilních stavů (2) a jejichž výstupní svorky (32, 42) jsou připojeny k první a druhé vstupní svorce (50, 51) výstupního klopného obvodu (5), jehož výstupní svorky (52, 53) jsou výstupními svor-

kami celého zapojení, přičemž hradlovací svorka (22) detektoru metastabilních stavů (2) tvoří hodinovou svorku celého zapojení.

2. Klopný obvod spuštěný hranou a ošetřený proti metastabilním stavům podle bodu 1 vyznačený tím, že první a druhý logický součtový obvod (3, 4) je součástí výstupního klopného obvodu (5).

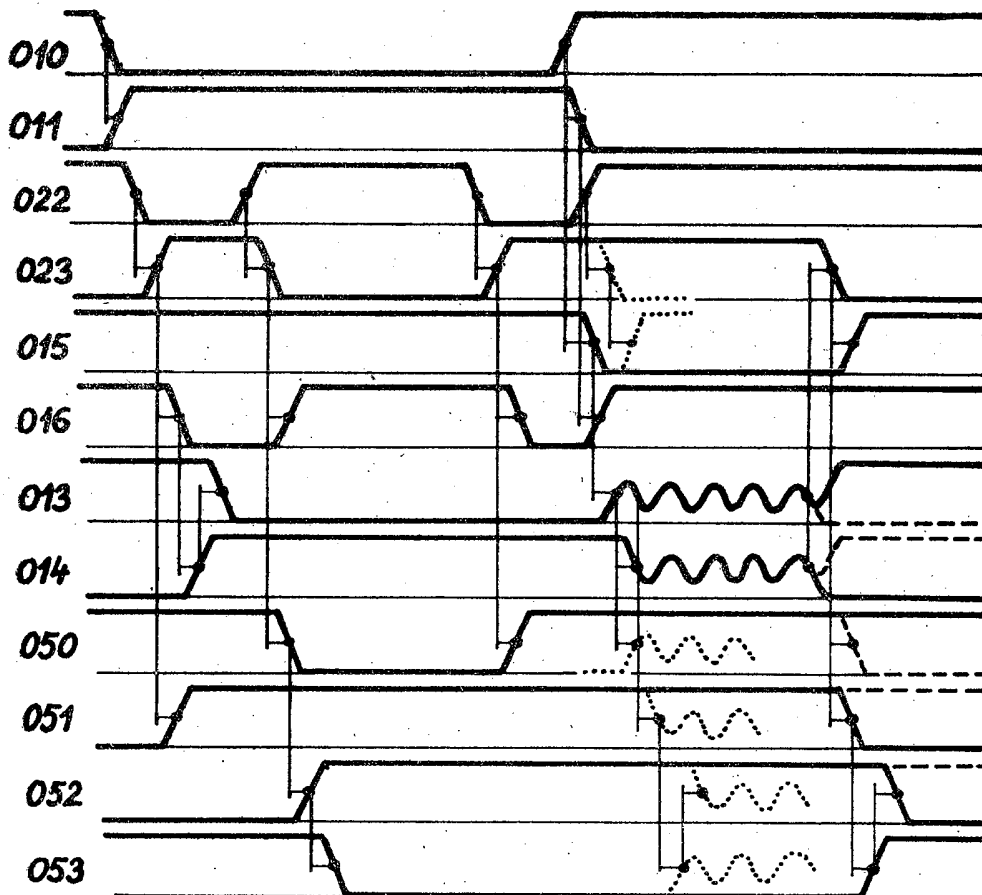
3. Klopný obvod spuštěný hranou a ošetřený proti metastabilním stavům podle bodu 1 a 2 vyznačený tím, že první vstupní svorka (10) vstupního klopného obvodu (1) je spojena se vstupní svorkou negačního hradla (7), jehož výstupní svorka je připojena ke druhé vstupní svorce (11) vstupního klopného obvodu (1).

4 listy výkresů



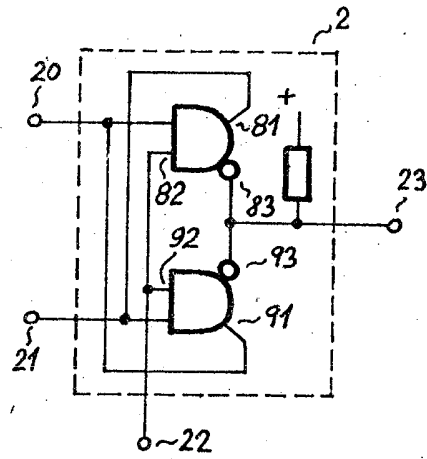
Obr. 1a

203304



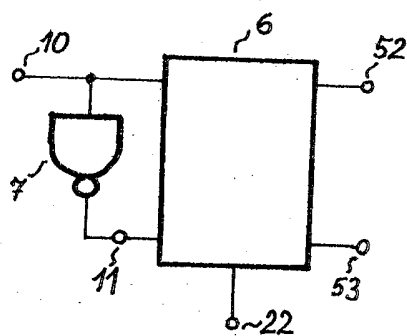
Obr. 1 b

203304



Obr. 2

203304



Obr. 3