

POLSKA
RZECZPOSPOLITA
LUDOWA



URZĄD
PATENTOWY
PRL

OPIS PATENTOWY

62 559

Patent dodatkowy
do patentu

Zgłoszono: 09.IV.1969 (P 132 862)

Pierwszeństwo:

Opublikowano: 30.III.1971

Kl. 21 e, 29/02

MKP G 01 r, 29/02

UKD 621.317.726

Twórca wynalazku: Andrzej Kojemski

Właściciel patentu: Instytut Maszyn Matematycznych, Warszawa (Pol-
ska)

Układ do kontroli czasów opóźnień zboczy sygnałów na wyjściach układów cyfrowych

1

Przedmiotem wynalazku jest układ do kontroli czasów opóźnień zboczy sygnałów na wyjściach układów cyfrowych.

Jednym z podstawowych kierunków rozwoju urządzeń cyfrowych np. elektronicznych maszyn cyfrowych, jest zwiększenie szybkości ich pracy, co w pierwszym rzędzie uzyskiwane jest przez zwiększanie szybkości układów, z których te urządzenia są budowane. Dla statycznych elementów logicznych, dla których wartości logiczne są reprezentowane w postaci określonych poziomów sygnałów, miarą ich szybkości jest opóźnienie zbocza sygnału wyjściowego powstającego w wyniku przełączenia poziomu pewnego sygnału na wejściu. Dla układów dwójkowych istnieją dwie możliwe zmiany poziomu sygnału na wyjściu: z dolnego poziomu na górny poziom i wówczas mówimy, że na wyjściu otrzymujemy zbocze dodatnie oraz z górnego poziomu na dolny, przy której to zmianie mamy do czynienia ze zboczem ujemnym na wyjściu.

Zwykle określa się dopuszczalne wartości opóźnień dla zbocza dodatniego i ujemnego na wyjściu układu względem odpowiednich zboczy wejściowych sygnałów sterujących. Początek i koniec tak określanych czasów opóźnień, zwanych często też czasami propagacji, wyznaczają momenty, w których zbocze sygnału sterującego oraz zbocze sygnału wyjściowego osiągają określone poziomy. Najczęściej poziomy te wybiera się w pobliżu progu

2

przełączania, tj. takiej wartości napięcia na wejściu, przy której następuje gwałtowna zmiana napięcia na wyjściu układu.

Najprostsza metoda określania czasów opóźnień poszczególnych zboczy dla układów cyfrowych polega na pomiarach przeprowadzanych przy pomocy oscyloskopu. Najwygodniejsze do tego celu jest stosowanie oscyloskopu umożliwiającego oglądanie na raz dwóch przebiegów — wejściowego i wyjściowego. Dla szybkich układów cyfrowych stosowanych obecnie w elektronicznych maszynach cyfrowych czasy propagacji są od kilku do kilkunastu nanosekund, a czasy zboczy, których przebieg stanowi podstawę do wyznaczenia początków i końców mierzonych odcinków czasowych, są od jednej do dziesięciu nanosekund. Wywołuje to szczególnie duże wymagania z jednej strony na pasmo przenoszenia używanego oscyloskopu, tak by zniekształcenia tym wywołane nie wprowadzały dużych błędów, a z drugiej strony na dostatecznie dużą szybkość podstawy czasu, tak by umożliwić dokładny pomiar czasu.

Współcześnie stosowane oscyloskopy normalnie nie mają pasma przenoszonej częstotliwości większej od stukilkudziesięciu MHz, oraz szybkości podstawy czasu lepszej niż parę ns/cm, co umożliwia poprawne oglądanie zboczy o czasach nie mniejszych niż 10 ns.

Stąd widać, że nawet oscyloskopy wyższej klasy nie zabezpieczają w pełni potrzeb miernictwa

szybkich układów. Dlatego podstawą miernictwa parametrów czasowych szybkich układów cyfrowych stały się metody stroboskopowe wykorzystywane w oscyloskopie stroboskopowym lub woltomierzu stroboskopowym. Podstawą tych przyrządów stroboskopowych jest próbkowanie bardzo wąskimi impulsami badanego przebiegu, co w efekcie pozwala uzyskać stały poziom napięcia o wartości pobranej próbki. W oscyloskopie stroboskopowym możemy dzięki przesuwającemu się wolno w czasie próbkowania okresowo powtarzającego się badanego przebiegu odtworzyć z dużą wiernością bardzo szybkie zbocza. W przypadku woltomierza stroboskopowego istnieje możliwość pomiaru wartości chwilowej przebiegu w określonym momencie, poprzez odczyt tej wartości na wskaźniku wychyłowym lub cyfrowym.

Podstawową wadą pomiarów czasów opóźnień przy pomocy zwykłego oscyloskopu stroboskopowego, zwłaszcza gdy należy przeprowadzać badania większej liczby układów cyfrowych, jest żmudność tych pomiarów wynikająca z konieczności ciągłej obserwacji ekranu. Nie zawsze ma się do dyspozycji też oscyloskop stroboskopowy umożliwiający obserwację na raz dwu przebiegów. Oscyloskop stroboskopowy często ma też małą oporność wejściową, zwykle 50 Ω , co sprawia kłopoty przy dobieraniu odpowiedniego obciążenia badanego układu z uwzględnieniem dopasowania do tej oporności wejściowej.

W dużych specjalizowanych automatycznych urządzeniach do pomiarów czasów opóźnień używane są głównie pomiarowe działające na zasadzie próbkowania.

Urządzenia tego typu odznaczają się dużą dokładnością, lecz za to są zwykle bardzo złożone i drogie.

Z innego rodzaju urządzeń do badań czasów opóźnień układów cyfrowych należy wymienić rozwiązania oceniające pośrednio te opóźnienia na podstawie zmian częstotliwości generacyjnej w pętli złożonej z nieparzystej liczby układów realizujących inwersję poziomu sygnału. Podobne są do tego metody, w których wzorcowe opóźnienie w takiej pętli uzyskuje się przy przechodzeniu przez linie opóźniające. Wadą tych metod jest trudność rozdzielania opóźnień dla zbocza dodatniego i ujemnego oraz wzrastająca złożoność, jeśli automatyzuje się pomiar częstotliwości.

Dla wielu celów badawczych i produkcyjnych istnieje potrzeba kontroli czasów opóźnień układów cyfrowych przy pomocy w miarę prostych urządzeń, łatwych do budowy w przeciętnych warunkach laboratoryjnych i zapewniających w miarę szybkie, skuteczne kontrolowanie parametrów czasowych układów na podstawie postawionych wymagań.

W rozwiązaniu według wynalazku zastosowana jest metoda porównawcza i układ do kontroli czasów opóźnień zboczy sygnałów na wyjściach układów cyfrowych zawiera generator ciągu impulsów, który jest połączony z wejściem badanego układu oraz wejściami dwu wzorcowych układów opóźnień i dwu detektorami opóźnień zbocza dodatnich i ujemnych, przy czym wejścia detektorów

opóźnienia są połączone z wyjściami wzorcowych układów opóźnienia i wyjściem badanego układu. Natomiast wyjście każdego z detektorów opóźnień jest połączone z wskaźnikiem sygnalizującym wynik badania.

Przedstawione według wynalazku rozwiązanie odznacza się stosunkowo prostym rozwiązaniem i zapewnia szybkie prowadzenie badań bez użycia kosztownych oscyloskopów stroboskopowych, co ułatwia obsługę.

Przedmiot wynalazku jest przedstawiony w przykładzie wykonania na rysunku, na którym fig. 1 przedstawia układ połączeń poszczególnych części urządzenia, fig. 2 jeden z wariantów przebiegów w poszczególnych punktach tego urządzenia, a fig. 3 — układ przerzutnika z wejściami stałoprądowymi.

Generator ciągu 1 dostarcza ciągu impulsów U_1 sterujących badany układ cyfrowy 2 oraz układ wzorcowy 3 dla zbocza dodatniego i układ wzorcowy 4 dla zbocza ujemnego. Dodatkowo generator ciągu dostarcza ciągi U_3 i U_2 impulsów strobuujących do detektorów opóźnień 6 i 7. W zależności od potrzeb czasy opóźnień zboczy obu układów wzorcowych są dobrane względem przewidzianych opóźnień zboczy badanego układu cyfrowego 2. W przypadku, gdy urządzenie ma sprawdzać czy czasy opóźnień poszczególnych zboczy badanego układu cyfrowego są nie większe niż pewne przyjęte wartości, wówczas opóźnienia odpowiednich zboczy układów wzorcowych powinny odpowiadać tym właśnie wartościom. Do wyjścia badanego układu cyfrowego 2 dołączony jest obwód obciążający 5, zapewniający wymagane warunki badania czasów opóźnień zboczy. Wyjście badanego układu cyfrowego 2 jest dołączone do detektora opóźnień zbocza dodatniego 6 i do detektora opóźnień zbocza ujemnego 7. Do drugich wejść tych detektorów dołączone są wyjścia układów wzorcowych 3 i 4.

Zadaniem detektorów opóźnień jest rozpoznanie, które z dwóch porównywanych na wejściach zboczy o tej samej polarności osiąga wcześniej określony poziom i dostarczenie na wyjściu sygnału w postaci poziomu o wartości logicznej „0” lub „1”. Ciągi U_2 i U_3 doprowadzone do detektorów opóźnień z generatora ciągu 1 służą do strobowania wyjść detektorów celem uniknięcia zakłóceń na wejściach wskaźników zbocza dodatniego 8 i ujemnego 9. Wskaźniki poszczególnych zboczy zawierają układy pamiętające wynik porównania otrzymany z odpowiadających im detektorów opóźnień oraz układy sygnalizacyjne, np. w postaci wskaźników świetlnych.

W przedstawionym schemacie połączeń badany układ cyfrowy 2 może być dowolnym układem kombinacyjnym realizującym pewne funkcje logiczne, układem pamiętającym lub układem typu uniwersalnego itp. Liczba układów wzorcowych oraz detektorów opóźnień wraz ze wskaźnikami może być w urządzeniu zwiększona, tak że można sprawdzać czy określone zbocze badanego układu jest wcześniejsze lub późniejsze względem określonego położenia wzorcowego albo też czy zawiera się wewnątrz określonego przedziału. Dobierając liczbę układów wzorcowych można łatwo przyrząd adoptować do roli urządzenia selekcyjnego.

nującego badane układy cyfrowe według zakresów czasów opóźnień.

Osobnego omówienia wymaga rozwiązanie detektorów opóźnień poszczególnych zboczy spełniających bardzo istotną rolę w działaniu całego urządzenia. Detektory opóźnień są układami pamiętającymi w postaci przerzutnika z wejściami stałoprądowymi, w którym wykorzystuje się normalnie zabroniony stan wejść, tj. taki stan, w którym oba wyjścia przerzutnika pozostają w jednakowym stanie. Przy zachowaniu pełnej symetrii przerzutnika po zmianie stanu wejść o jego stanie końcowym decyduje wówczas to wejście, które ostatnie przekroczyło określony próg przełączania.

Dla przykładu przedstawiony jest na fig. 3 przerzutnik złożony z dwóch elementów negacji iloczynów dla logiki posługującej się konwencją przypisującej wartości logiczne „1” górnym poziomom sygnałów. Elementy te przy sygnałach o wartościach logicznych „0” na obu wejściach *a* i *b* zapewniają na obu wyjściach $\bar{W}$ i $\bar{W}$ stan logiczny o wartości „1”. Jeśli na wejściu *a* sygnał pozostanie bez zmiany, a na wyjściu *b* przyjmie wartość logiczną „1”, wówczas na wyjściu $\bar{W}$ pozostanie bez zmiany wartość logiczna „1”, a na wyjściu $\bar{W}$ otrzymamy wartość logiczną „0”. Gdy natomiast na wejściu *b* sygnał pozostanie o wartości logicznej „0” a na wejściu *a* zmieni swą wartość logiczną na „1”, wówczas na wyjściu $\bar{W}$ pozostanie bez zmiany wartość logiczna „1”, a na wyjściu $\bar{W}$ otrzymamy wartość logiczną „0”. Gdy zmiany sygnałów odbywają się na wejściach *a* i *b* z wartości „0” na wartość „1”, wówczas przy założeniu pełnej symetrii przerzutnika otrzymamy wartość logiczną „0” na wyjściu $\bar{W}$, jeśli na wejściu *b* zostanie później osiągnięty określony próg przełączenia niż na wejściu *a*, i wartość logiczną „0” na wyjściu $\bar{W}$, jeśli na wejściu *a* ten próg przełączenia zostanie osiągnięty później niż na wejściu *b*. Dzięki temu przedstawiony przerzutnik może być wykorzystany jako detektor zbocza odpowiadającego zmianie wartości logicznych „0” → „1”, a więc przy

przyjętej konwencji, dla zbocza dodatniego. Dla detektora zbocza ujemnego stosuje się podobny do powyższego przerzutnik reagujący na zmianę wartości logicznych na wejściach „1” → „0”.

Takie czynniki jak próg przełączenia, symetria oraz dokładność porównania detektora opóźnienia zbocza zależą od jego struktury oraz budowy fizycznej i powinny być dobierane zależnie do wymagań. W szybkich detektorach opóźnień zboczy istnieje przy małej różnicy przesunięć wzajemnych porównywanych zboczy możliwość powstania stanów przejściowych, odpowiadających pojawianiu się niepożądanych zakłóceń na tym wyjściu detektora, które powinno pozostać bez zmiany.

W takich przypadkach celowe jest zabezpieczenie się przed szkodliwymi wpływami tych zakłóceń przez strobowanie wyjść detektora dodatkowymi impulsami w urządzeniu, tak jak to pokazano na rysunku według fig. 1.

Zastrzeżenia patentowe

1. Układ do kontroli czasów opóźnień zboczy sygnałów na wyjściach układów cyfrowych, **znamienny tym**, że generator (1) ciągu impulsów jest połączony z wejściem badanego układu (2) oraz wejściami dwu wzorcowych układów (3 i 4) opóźnienia i dwu detektorami opóźnienia (6 i 7) zboczy dodatnich i ujemnych, przy czym wejścia detektorów opóźnienia (6 i 7) są połączone z wyjściami wzorcowych układów (3 i 4) opóźnienia i wyjściem badanego układu (2) a wyjście każdego z detektorów jest połączone z wskaźnikiem (8 i 9) sygnalizującym wynik badania.

2. Układ według zastrz. 1 **znamienny tym**, że detektory opóźnienia (6 i 7) zboczy dodatnich i ujemnych stanowią przerzutniki z wejściami stałoprądowymi.

3. Układ według zastrz. 1 **znamienny tym**, że na wyjściu badanego układu (2) włączony jest obwód obciążający (5).

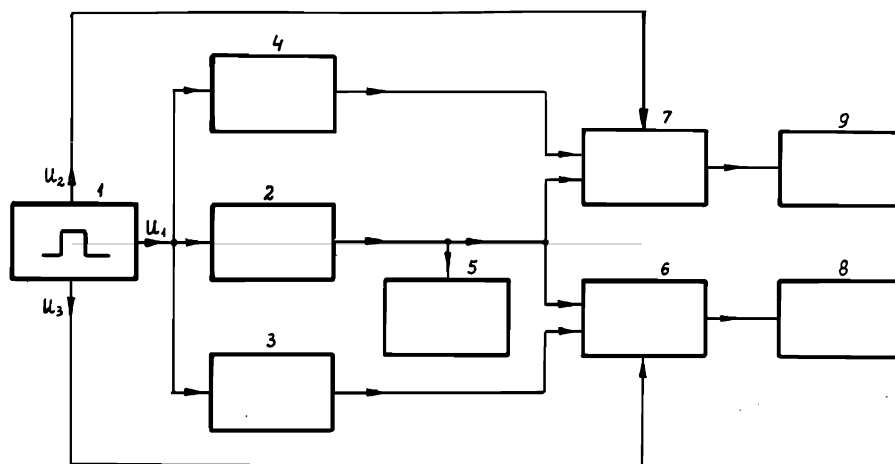


fig. 1

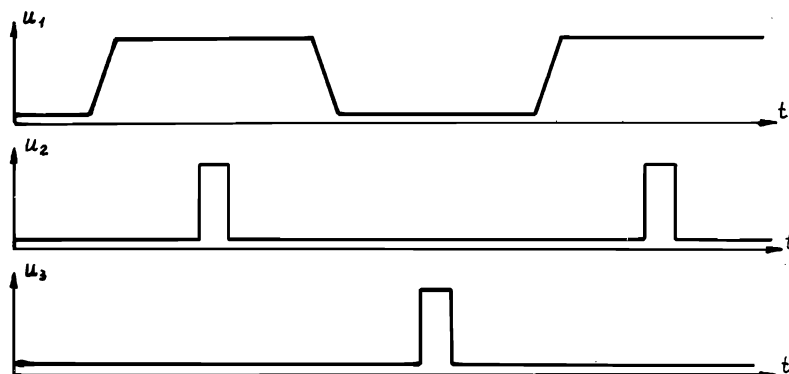


fig. 2.

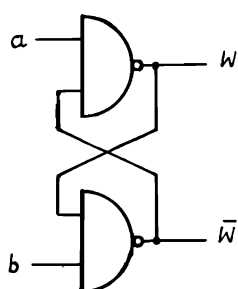


fig. 3