



Patent dodatkowy  
do patentu nr \_\_\_\_\_

Zgłoszono: 23.03.79 (P. 214364)

Pierwszeństwo \_\_\_\_\_

Zgłoszenie ogłoszono: 03.12.79

Opis patentowy opublikowano: 30.07.1982

Int. Cl.<sup>2</sup> G21C 17/14



Twórca wynalazku: Stanisław Głowacki

Uprawniony z patentu: Instytut Badań Jądrowych, Warszawa (Polska)

## Sposób pomiaru okresu reaktora jądrowego i układ do pomiaru okresu reaktora jądrowego

1

Przedmiotem wynalazku jest sposób pomiaru okresu reaktora jądrowego i układ do pomiaru okresu reaktora jądrowego. Okres jest jednym z podstawowych parametrów pracy reaktora jądrowego i oznacza czas e-krotnej zmiany mocy reaktora w górę lub w dół względem pewnego przyjętego poziomu.

**Znany stan techniki.** Znany jest z książki S. Glasstone'a „Podstawy techniki reaktorów jądrowych” wydanie polskie PWN 1958 r. str. 341 sposób pomiaru okresu reaktora polegający na logarytmowaniu sygnału prądowego dostarczanego przez detektor promieniowania umieszczony w reaktorze i następnie na różniczkowaniu sygnału wyjściowego wzmacniacza logarytmującego.

Okres reaktora opisany jest następującym wzorem:

$$P = P_0 e^{\frac{t}{T}}$$

gdzie:

$P_0$  ... moc reaktora w chwili początkowej

$P$  ... moc reaktora po czasie  $t$

$T$  ... okres reaktora jądrowego

$e$  ... podstawa logarytmów naturalnych

Sygnał wyjściowy układu różniczkującego będący pochodną względem czasu sygnału wyjściowego wzmacniacza logarytmującego jest proporcjonalny do okresu reaktora. Sposób ten jest ogólnie stosowany w miernikach okresu reaktora tzw. okresomierzach. Wadą tego sposobu jest duża czułość okresomierza na zakłócenia elektromagnetyczne powodowane faktem, że układ różniczkujący jest szczególnie czuły na krótkotrwałe zmiany napięcia wyjściowego,

2

co wynika z zasady jego działania, oraz kilkusekundowe opóźnienia sygnału wyjściowego układu różniczkującego będącego sygnałem wyjściowym okresomierza spowodowane stanami nieustalonymi zachodzącymi w procesie różniczkowania sygnału wyjściowego wzmacniacza logarytmującego.

**Istota wynalazku.** Sposób pomiaru według wynalazku polega na tym, że sygnał wyjściowy znanego ze stanu techniki wzmacniacza logarytmującego poddaje się w pewnych odstępach czasowych korzystnie co sekundę procesowi odejmowania dwóch kolejno po sobie następujących jego wartości, a następnie wynik odejmowania porównuje się z pewną stałą wartością w procesie dzielenia, przy czym wynik odejmowania jest wartością dzielnika ilorazu. Wynik dzielenia jest proporcjonalny do okresu reaktora. Algebraiczne zobrazowanie tego sposobu wywodzi się ze wzoru podanego w stanie techniki. Po zlogarytmowaniu obu stron tego równania otrzymuje się:

$$\ln P = \ln P_0 + \frac{t}{T}$$

stąd 
$$T = \frac{t}{\ln P - \ln P_0}$$

Założwszy, że prąd wyjściowy lub napięcie na obciążeniu detektora umieszczonego w reaktorze jest liniowo zależne od mocy reaktora, a napięcie wyjściowe wzmacniacza logarytmującego jest logarytmem wartości mocy reaktora, otrzymuje się wyrażenie

$$T = \frac{t}{V - V_0}$$

gdzie:  $V$  i  $V_0$  są odpowiednie dla mocy  $P$  i  $P_0$ .

Wartość  $t$  oznacza odstęp czasu jaki dzieli brane pod uwagę wartości  $V$  i  $V_0$ , tzn. w chwili gdy moc ma wartość  $P_0$  napięcie wyjściowe wzmacniacza logarytmującego ma wartość  $V_0$ , po czasie  $t$  np. po 1 sekundzie moc reaktora ma wartość  $P$  czemu odpowiada napięcie  $V$ .

Ponieważ mianownik ma wymiar ( $V$ ), dla otrzymania odpowiedzi  $T$  w sekundach wprowadza się mnożenie ułamka przez pewną wartość  $A$  mającą wymiar ( $V$ ), dzięki czemu wartość  $T$  staje się nie równa, lecz proporcjonalna do wyrażenia podanego po prawej stronie równania:

$$T = \frac{A(V) \times t(s)}{(U - U_0)(V)} = \frac{A \times t}{(U - U_0)}(s)$$

Wartość czynnika  $A$  może być dowolna, gdyż jest on czynnikiem skalującym. Obliczenie okresu reaktora sprowadza się do podzielenia napięcia czynnika skalującego  $A$  przez różnicę napięć ( $U - U_0$ ) próbkowanych z częstotliwością raz na sekundę, czyli do podzielenia przez siebie dwóch wartości napięcia.

Układ do pomiaru okresu według wynalazku zawiera w stopniu wejściowym znany ze stanu techniki wzmacniacz logarytmujący sygnał wyjściowy detektora promieniowania, do którego wyjścia poprzez układ próbkowania dołączony jest układ odejmujący. Wyjście układu odejmującego połączone jest z wejściami układu inwertera fazy, układu wykrywania fazy i stykami przełącznika. Kolektor przełącznika dołączony jest do wejścia dzielnika układu dzielącego, którego wejście dzielnej połączone z wyjściem układu czynnika skalującego. Napięcie wyjściowe układu dzielącego proporcjonalne do okresu reaktora jest wyjściem układu do pomiaru okresu. Przełącznik jest sterowany układem wykrywania fazy i zapewnia stałość polaryzacji napięcia dzielnika niezależnie od wartości znaku napięcia wyjściowego układu odejmowania. Do wejść układu odejmowania dołączane są kondensatory, które po naładowaniu napięciem wyjściowym wzmacniacza logarytmującego poprzez układ próbkujący, utrzymują te napięcia przez czas potrzebny do wykonania operacji odejmowania i dzielenia.

**Korzystne skutki techniczne wynalazku.** Zastosowanie próbkowania napięcia wyjściowego wzmacniacza logarytmującego i utrzymywanie stałości tego napięcia w czasie trwania procesu odejmowania i dzielenia oraz zastosowanie sposobu polegającego na odejmowaniu próbkowanych napięć i podawania wyniku do układu dzielącego stałe napięcie czynnika skalującego przez napięcie będące wynikiem odejmowania, pozwala na otrzymywanie produktu końcowego będącego napięciem elektrycznym proporcjonalnym do okresu reaktora, przy czym wynik operacji jest wolny od błędów spowodowanego ewentualnym pojawieniem się zakłóceń elektromagnetycznych na wejściu układu okresomierza. Ponadto czas opóźnienia pojawienia się informacji wyjściowej jest rzędu 1 sekundy.

Układ według wynalazku jest prosty w budowie i przez zastosowanie korzystnie układu dzielącego cyfrowo, pozwala na otrzymywanie odpowiedzi w postaci cyfrowej lub przez zastosowanie analogowego układu dzielenia prowadzi do otrzymania o odpowiedzi w postaci analogowej.

**Objaśnienie rysunku.** Przedmiot wynalazku jest pokazany na przykładzie wykonania odtworzonym na rysunku, który przedstawia schemat blokowy układu elektronicznego służącego do pomiaru okresu reaktora jądrowego.

**Przykład wykonania wynalazku.** W sposobie według wynalazku sygnał wyjściowy ze znanego wzmacniacza logarytmicznego 1, na wyjściu którego otrzymuje się napięcie proporcjonalne do logarytmu mocy reaktora porównuje się z sobą w procesie odejmowania co pewien ustalony przedział czasu.

Wynik odejmowania mający korzystnie wymiar napięcia elektrycznego porównywany jest następnie z pewnym ustalonym napięciem w procesie dzielenia, gdzie wynik odejmowania jest dzielnikiem utworzonego ilorazu wartości dwóch napięć. Wynik dzielenia ustalonego napięcia przez napięcie wynikające z odejmowania jest produktem końcowym stosowania sposobu.

Sygnał wejściowy w postaci prądu elektrycznego doprowadzany jest do wejścia wzmacniacza logarytmującego 1, na wyjściu którego otrzymuje się napięcie proporcjonalne do logarytmu natężenia prądu wejściowego. Napięcie to doprowadzone jest w pewnych odstępach czasu np. co 1 sekundę przez krótki okres czasu do wejść układu odejmującego 3 poprzez układ próbkujący 2. Kondensatory dołączone do wejść układu odejmującego 3 zostają kolejno naładowane przez układ próbkujący 2 do wartości napięcia wyjściowego wzmacniacza logarytmującego 1, które zmienia się w czasie w przypadku gdy moc reaktora zmienia się, tzn. gdy zmienia się prąd wejściowy wzmacniacza logarytmującego. Napięcia zapamiętane w pojemnościach wejściowych układu odejmującego 3 sterują ten układ, powodując powstanie na jego wyjściu napięcia będącego różnicą obu napięć wejściowych.

Napięcie wyjściowe układu odejmującego 3 może mieć wartość dodatnią lub ujemną zależnie od kierunku zmian mocy reaktora. Znak tego napięcia wykrywany jest za pomocą układu wykrywania fazy 4. Do wyjścia układu odejmującego 3 dołączony jest układ inwertera fazy 5, którego wyjście dołączone jest do jednego ze styków przełącznika  $P$ , którego drugi styk dołączony jest do wyjścia układu odejmującego 3.

Zależnie od znaku napięcia wyjściowego układu odejmującego 3, układ wykrywania fazy 4 steruje kolektorem przełącznika  $P$  w takim kierunku, aby znak napięcia doprowadzony do wejścia dzielnika układu dzielącego 7 był zawsze ten sam, niezależnie od kierunku zmian mocy reaktora. Do wejścia dzielnej układu dzielącego 7 doprowadzone jest napięcie czynnika skalującego 6. Wyjście układu dzielącego 7 jest wyjściem układu okresomierza.

Działanie układu jest następujące: przy stałej mocy reaktora napięcie wyjściowe układu logarytmującego ma wartość niezmienną się w czasie, wobec czego do wejść układu odejmującego 3 układ próbkujący doprowadza napięcie o równej wartości. Napięcie wyjściowe układu odejmującego 3 ma wartość bliską zeru. Podzielenie napięcia czynnika skalującego 6 przez wartość napięcia bliską zeru daje jako odpowiedź okresomierza wartość bliską nieskończoności. Jest to odpowiedź prawidłowa, bo okres reaktora o stałej mocy jest bliski wartości nieskończenie dużej.

W przypadku rosnącej mocy reaktora do wejść układu odejmującego 3 układ próbkujący 2 doprowadza napięcia rosnące w czasie, co powoduje powstanie na wyjściu układu odejmującego 3 napięcie odmiennego od zera. Napięcie wyjściowe układu czynnika skalującego 6 podzielone przez napięcie odmierne od zera daje jako napięcie wyjściowe układu dzielącego wartość określoną, odmienną od nieskończoności. Jeżeli moc reaktora maleje, zmienia się znak napięcia wyjściowego układu odejmującego 3, lecz współpraca układu wykrywania fazy 4 i układu inwer-

5

tera 5 zapewnia doprowadzenie do wejścia dzielnika układu dzielącego 7 napięcia o polaryzacji potrzebnej do prawidłowego działania układu dzielącego 7.

#### Zastrzeżenia patentowe

1. Sposób pomiaru okresu reaktora jądrowego stosujący znane logarytmowanie sygnału proporcjonalnego do strumienia w reaktorze, **znamienny tym**, że wartość sygnału wyjściowego wzmacniacza logarytmującego (1) podaje się w pewnych odstępach czasu korzystnie co sekundę procesowi odejmowania, a przez wynik procesu odejmowania dzieli się wartość czynnika skalującego, przy czym wynik dzielenia jest produktem końcowym stosowania sposobu.

6

2. Układ do pomiaru okresu reaktora jądrowego zawierający wzmacniacz logarytmujący, **znamienny tym**, że wyjście wzmacniacza logarytmującego (1) dołączane jest do wejścia odejmującego (3) poprzez układ próbkujący (2), wyjście układu odejmującego (3) dołączane jest do wejścia układu inwertera fazy (5) i wejścia układu wykrywania fazy (4) a wyjście układu odejmującego (3) i układu inwertera fazy (5) doprowadzone jest do styków przełącznika (P) sterowanego wyjściem układu wykrywania fazy (4), przy czym kolektor przełącznika (P) połączony jest z wejściem dzielnika układu dzielącego (7), którego wejście dzielnej połączone jest z wyjściem układu czynnika skalującego (6), a wyjście układu dzielącego (7) jest wyjściem układu do pomiaru okresu.

