



Patent dodatkowy
do patentu nr _____

Zgłoszono: 31.12.76 (P. 194897)

Pierwszeństwo: _____

Zgłoszenie ogłoszono: 03.07.78

Opis patentowy opublikowano: 30.01.1981

Int. Cl.²

G01R 19/26

H03K 13/02

CZYTELNIA

Urzędu Patentowego
Polskiej Rzeczypospolitej Ludowej

Twórcy wynalazku: Leszek Mierzejewski, Adam Sałek

Uprawniony z patentu: Politechnika Warszawska, Warszawa (Polska)

Analogowy detektor parametrów sygnałów elektrycznych o przebiegach wykładniczych

1

Przedmiot wynalazku. Przedmiotem wynalazku jest analogowy detektor parametrów sygnałów elektrycznych o przebiegach wykładniczych, zwłaszcza amplitudy oraz stałej czasowej sygnałów elektrycznych prądowych i napięciowych.

Stan techniki. Elektryczne sygnały wykładnicze są to aperiodyczne sygnały napięciowe lub prądowe, których przebiegi czasowe są opisane za pomocą funkcji wykładniczej $f(t) = e^{-\alpha t}$, gdzie: $e = 2,718 \dots$, α — odwrotność stałej czasowej, przy czym $\alpha = \text{const} > 0$. Badanym sygnałem wejściowym jest aperiodyczny napięciowy sygnał wykładniczy o przebiegu rosnącym lub malejącym opisanym funkcjami:

$$u(t) = U_p + \Delta U (1 - e^{-t/T})$$

lub

$$u(t) = U_k + \Delta U \cdot e^{-t/T}$$

gdzie: $u(t)$ — wartość chwilowa sygnału wejściowego,

U_p — początkowa wartość ustalona napięcia,

U_k — końcowa wartość ustalona napięcia,

ΔU — amplituda sygnału wykładniczego ($\Delta U = |U_p - U_k|$),

T — stała czasowa sygnału elektrycznego,

t — czas trwania stanu nieustalonego.

Analogowe przetwarzanie sygnału prądowego

2

$i(t)$ w proporcjonalny sygnał napięciowy $u(t) = k \cdot i(t)$, gdzie k — stała, umożliwia również badanie prądowych sygnałów wykładniczych, przy czym $\Delta U = k \cdot \Delta I$, gdzie ΔI — amplituda badanego prądowego sygnału wykładniczego a stała czasowa $T = T_1$, gdzie T_1 — stała czasowa sygnału prądowego.

Elektryczne sygnały wykładnicze charakteryzują stany nieustalone w obwodach elektrycznych zawierających elementy reakcyjne i stanowią odpowiedź na skokową zmianę parametrów elektrycznych tych obwodów. Natomiast stała czasowa T zależna od wartości R — rezystancji, L — indukcyjności, C — pojemności obwodu elektrycznego charakteryzuje jego podatność na szybkość zmiany warunków elektrycznych, zaś amplituda ΔU sygnału napięciowego lub ΔI sygnału prądowego opisuje wielkość zaistniałej zmiany, która jest możliwa do określenia po czasie $t = \infty$.

Znany jest przetwornik R/t , w którym wykonywany jest pomiar rezystancji R_x za pośrednictwem pomiaru stałej czasowej T obwodu ładowania kondensatora wzorcowego C_w . Przetwornik taki jest zasilany znanym i stałym napięciem, zaś mierzona rezystancja R_x jest włączana szeregowo ze znaną pojemnością C_w , do której równolegle jest włączony wyłącznik rozładowujący kondensator C_w .

Z chwilą włączenia rezystora R_x na kondensatorze C_w pojawi się napięcie rosnące wykładniczo

3

ze stałą czasową $T_x = R_x C_w$, które następnie jest podawane na komparator analogowy i porównywane z napięciem odniesienia uzyskanym z dzielnika oporowego.

W czasie komparacji, gdy napięcie odniesienia jest większe albo równe od napięcia na kondensatorze, na wyjściu komparatora pojawia się prostokątny impuls napięciowy o czasie trwania $t_1 = T_x = R_x \cdot C_w$. Pomiar rezystancji odbywa się więc poprzez pomiar stałej czasowej T_x przy $C_w = \text{const}$ zgodnie z zależnością:

$$R_x = \frac{T_x}{C_w}$$

Wadą tego przetwornika jest to, że nie nadaje się do bezpośredniego pomiaru takich parametrów jak stała czasowa T dowolnych aperiodycznych przebiegów wykładniczych jak również amplitudy dowolnych sygnałów wykładniczych.

Istota wynalazku. Analogowy detektor według wynalazku zawierający analogowy komparator porównujący wartość sygnału mierzonego ze stałą wartością sygnału odniesienia, charakteryzuje się tym, że posiada układ różniczkujący, na wejście którego jest podawany aperiodyczny sygnał napięciowy o przebiegu wykładniczym, zaś uzyskany na wyjściu tego układu dodatni lub ujemny sygnał napięcia jest podawany na wzmacniacz alternatywny, przetwarzający ten sygnał napięciowy na proporcjonalny dodatni sygnał napięciowy, który następnie jest podawany przez detektor szczytowy i wzmacniacz separujący przetwarzający proporcjonalną stałą wartość napięcia na stałą wartość napięcia odniesienia, na jedno z wejść analogowego komparatora porównującego stałą wartość napięcia odniesienia z dodatnim sygnałem napięciowym podawanym z wzmacniacza alternatywnego na drugie wejście tego komparatora.

Na wyjściu analogowego komparatora uzyskiwany jest dodatni sygnał napięciowy, oraz ujemny sygnał napięciowy w postaci standardowych prostokątnych impulsów. Ponadto dodatni sygnał napięciowy jest podawany na analogowy integrator, z którego po scałkowaniu jest podawany na wzmacniacz napięcia, przetwarzający napięciowy sygnał na wyjściowy sygnał analogowego detektora.

Natomiast obwód detektora szczytowego posiada przełącznik ze stykami normalnie rozwartymi pobudzany prostokątnym impulsem napięcia kaskowania z komparatora lub z zewnętrznego źródła impulsów, zaś obwód analogowego integratora posiada przełącznik ze stykami normalnie zwartymi pobudzany prostokątnym impulsem napięcia synchronizacji z analogowego komparatora.

Korzystne skutki techniczne wynalazku. Analogowy detektor zgodnie z wynalazkiem umożliwia bezpośredni pomiar stałej czasowej oraz amplitudy napięcia aperiodycznego sygnału elektrycznego o przebiegu wykładniczym, który może odwzorowywać inercyjne procesy fizyko-chemiczne, dzięki zastosowaniu proporcjonalnych przetworników wielkości nieelektrycznych na sygnały elek-

4

tryczne. Ponadto duża impedancja wejściowa wzmacniacza separującego powoduje dużą stałość wartości napięcia odniesienia w czasie, a tym samym dużą dokładność przechowywania zapamiętanej informacji, co z kolei wpływa korzystnie na dokładność pomiaru stałej czasowej sygnału mierzonego.

Objaśnienie rysunku. Przedmiot wynalazku jest bliżej objaśniony w przykładzie wykonania na rysunku, który przedstawia schemat blokowy analogowego detektora sygnałów elektrycznych o przebiegach wykładniczych.

Przykład wykonania wynalazku. Elektryczny sygnał napięciowy podawany jest na człon inercyjny, na wyjściu którego uzyskany jest sygnał napięciowy o przebiegu wykładniczym według zależności:

$$u_{we} = U_p + \Delta U \cdot (1 - e^{-t/T})$$

lub

$$u_{we} = U_k + \Delta U \cdot e^{-t/T}$$

gdzie: u_{we} — wartość chwilowa napięcia sygnału mierzonego,

U_p — początkowa ustalona wartość napięcia sygnału mierzonego,

U_k — końcowa ustalona wartość napięcia sygnału mierzonego,

$\Delta U = |U_p - U_k|$ — amplituda mierzonego sygnału,

T — stała czasowa sygnału mierzonego.

Parametrami mierzonymi badanego sygnału u_{we} są stała czasowa T oraz amplituda ΔU . Następnie mierzony sygnał jest podawany na układ 1 różniczkujący, z wyjścia którego uzyskany jest sygnał napięciowy u_1 określony zależnością:

$$u_1 = +U_{1m} \cdot e^{-t/T}$$

lub

$$u_1 = -U_{1m} \cdot e^{-t/T}$$

$$\Delta U$$

gdzie: $U_{1m} = k_1 \frac{\Delta U}{T}$ — amplituda napięcia sygnału

— lub u_1 , zaś

k_1 — stała różniczkowania.

Z wyjścia układu 1 różniczkującego sygnał napięciowy u_1 jest podawany na wzmacniacz 2 alternatywny, który przetwarza dodatni lub ujemny sygnał u_1 na proporcjonalny dodatni sygnał napięciowy u_2 o przebiegu czasowym opisanym zależnością:

$$u_2 = k_2 \cdot u_1 = U_{2m} \cdot e^{-t/T}$$

gdzie: k_2 — wzmocnienie napięciowe,

U_{2m} — amplituda napięcia sygnału u_2 .

Następnie wzmocniony sygnał u_2 jest podawany na detektor 3 szczytowy, na wyjściu którego uzyskuje się stałe napięcie u_3 proporcjonalne do am-

plitudy U_{2m} sygnału u_2 wyjściowego wzmacniacza 2 alternatywnego, według zależności:

$$u_3 = k_3 \cdot U_{2m}$$

gdzie: k_3 — stała przetwarzania, przy czym detektor 3 szczytowy stanowi równocześnie element pamiętający mierzonego sygnału, przechowując informacje dotyczące amplitudy U_{2m} napięcia U_2 , w określonym czasie. Sygnał napięciowy u_3 jest podawany na wzmacniacz 4 separujący, który przetwarza ten sygnał na stałe napięcie u_4 odniesienia, zgodnie z zależnością:

$$u_4 = k_4 \cdot u_3 = e^{-1} U_{2m}$$

gdzie: $k = \frac{e^{-1}}{k_3}$ — wzmacnienie napięciowe.

Po czym sygnał stałego napięcia u_4 odniesienia jest podawany na jedno z wejść analogowego komparatora 5, na którego drugie wejście jest podawany porównywany sygnał napięcia u_2 z wzmacniacza 2 alternatywnego. W wyniku komparacji tych sygnałów na jednym wyjściu analogowego komparatora pojawi się dodatni sygnał napięciowy u_{wy1} oraz na drugim wyjściu tego komparatora pojawi się ujemny sygnał napięciowy u_{wy1} , w postaci prostokątnych impulsów, których amplitudy są standardowe i odpowiadają poziomom logicznym odpowiednio wysokiemu — H i niskiemu — L, w dodatniej konwencji logicznej. Czas trwania tych impulsów napięcia jest równy stałej czasowej T mierzonego sygnału u_{we} zgodnie z zależnością:

$$u_2(t = T) = u_4$$

Na wyjściu u_{wy1} lub u_{wy1} , komparatora 5 włączony cyfrowy miernik czasu trwania impulsu, wskaże informacje o stałej czasowej T mierzonego członu inercyjnego.

Ponadto analogowy komparator 5 wytwarza prostokątny impuls I_1 synchronizacji oraz prostokątny impuls I_2 napięciowy kasowania. Synchroniczny względem sygnału wyjściowego u_{wy1} ujemny impuls I_1 synchronizacji pobudza przełącznik 8a ze stykami normalnie zwartymi, włączony w obwód analogowego integratora 6, który całkuje sygnał u_2 w czasie określonym czasem trwania impulsu I_1 synchronizacji tak, że przy braku sygnału wykładniczego u_{we} styki zawierają element całkujący analogowego integratora 6.

Z chwilą pojawienia się sygnału napięcia u_{we} o przebiegu wykładniczym, zostaje pobudzony przełącznik 8a, który rozwiera element całkujący analogowego integratora 6 na czas trwania impulsu I_1 synchronizacji równym stałej czasowej T i czasowi detekcji analogowego detektora. Wartość maksymalna sygnału u_3 na wyjściu analogowego integratora 6 określona jest zależnością:

$$u_{3\max} = k_5 \int_0^T u_2(t) dt = k_5 \cdot T \cdot U_{2m} (1 - e^{-1})$$

gdzie: k_5 — stała całkowania integratora.

Następnie sygnał u_3 otrzymany na wyjściu integratora 6 jest przetwarzany liniowo we wzmacniaczu 7 napięcia, na sygnał wyjściowy według zależności:

$$u_{wy2} = k_6 \cdot u_{3\max} = \Delta U$$

gdzie: $k = \frac{1}{k_5 k_2 k_1 (1 - e^{-1})}$ — wzmacnienie napięcia wzmacniacza 7.

Na wyjściu u_{wy2} włączony cyfrowy miernik napięcia wskaże wartość amplitudy ΔU mierzonego członu inercyjnego.

Natomiast opóźniony względem sygnału u_{wy1} o czas $t = T$ dodatni impuls I_2 kasowania pobudza przełącznik 8b ze stykami normalnie rozwartymi, włączony w obwód detektora 3 szczytowego i kasuje informacje zapamiętane w tym detektorze.

Kasowanie informacji polega na sprowadzeniu do zera stałego napięcia u_3 w chwili zaniku sygnału wyjściowego u_{wy1} z komparatora 5, poprzez zwarcie w czasie trwania impulsu I_2 kasowania, za pomocą styków normalnie rozwartych przełącznika 8b elementu pamięciowego detektora 3 szczytowego. Ponadto impuls I_2 kasowania blokuje jednocześnie wyjścia u_{wy1} i u_{wy1} komparatora 5, eliminując pojawienie się na nich dodatkowych niepożądanych impulsów w czasie, gdy sygnały u_3 oraz u_4 są równe zeru, a dodatni sygnał u_2 maleje wykładniczo do zera. Czas trwania impulsu I_2 kasowania jest określony czasem spadku wykładniczo napięcia sygnału u_2 poniżej wartości określonej progiem działania komparatora 5, przy czym czas równy sumie czasów trwania impulsów I_1 synchronizacji i I_2 kasowania określa czas cyklu pomiarowego analogowego detektora.

Impulsy I_2 kasujące mogą być również wprowadzane z zewnątrz poprzez dodatkowe wejście A kasowania.

Z opisu przykładu wykonania wynika, że wynalazek nie ogranicza się tylko do pomiaru sygnału wychodzącego z członu inercyjnego, który został opisany, ale może być również stosowany do analizy ilościowej stanów nieustalonych urządzeń elektrycznych takiej, jak analiza dalekich zwarców w sieciach trakcyjnych, analiza parametrów inercyjnych procesów nieelektrycznych poprzez liniowe przetworniki wielkości nieelektrycznych na sygnał elektryczny, na przykład analiza nieustalonych stanów termicznych w przemysłowych procesach ogrzewczych. Wynalazek może być również stosowany do pomiaru cyfrowego wielkości elektrycznych R — rezystancji, L — indukcyjności, C — pojemności.

Zastrzeżenie patentowe

Analogowy detektor parametrów sygnałów elektrycznych o przebiegach wykładniczych, zawierający analogowy komparator porównujący wartość sygnału mierzonego ze stałą wartością sygnału odniesienia, znamienny tym, że posiada układ (1) różniczkujący, na wejście którego jest podawany aperiodyczny sygnał napięciowy (u_{we}) o przebiegu wykładniczym, zaś uzyskany na wyjściu tego układu dodatni lub ujemny sygnał (u_1) jest podawany na wzmacniacz (2) alternatywny, przetwarzający sygnał (u_1) na proporcjonalny dodatni sygnał napięciowy (u_2), który następnie jest podawany poprzez detektor (3) szczytowy i wzmacniacz (4) separujący, przetwarzający proporcjonalną stałą wartość napięcia (u_3) na stałą wartość napięcia (u_4) odniesienia, na jedno z wejść analogowego komparatora (5) porównującego stałą wartość napięcia (u_4) odniesienia z dodatnim sygnałem na-

pięciowym (u_2) podawanym z wzmacniacza (2) alternatywnego na drugie wejście tego komparatora, z którego na wyjściu uzyskiwany jest dodatni sygnał napięciowy (u_{wy1}) oraz ujemny sygnał napięciowy (u_{wy1}) w postaci standardowych prostokątnych impulsów, ponadto dodatni sygnał napięciowy (u_2) jest podawany na analogowy integrator (6) z którego po scałkowaniu jest podawany na wzmacniacz (7) napięcia, przetwarzający napięciowy sygnał (u_3) na wyjściowy sygnał (u_{wy2}) przy czym w obwód detektora (3) szczytowego jest włączony przełącznik (8b) ze stykami normalnie rozwartymi pobudzany prostokątnym impulsem (I_2) napięcia kasowania z komparatora (5) lub z innego źródła prądu, zaś w obwód analogowego integratora (6) jest włączony przełącznik (8a) ze stykami normalnie zwartymi pobudzany prostokątnym impulsem (I_1) napięcia synchronizacji z analogowego komparatora (5).

