

G01r 23/02



POŁSKIEJ RZECZYPOSPOLITEJ LUDOWEJ
OPIS PATENTOWY

21e 23/02

Nr 47296

Kl. 21 e, 36/03
Kl. internat. G 01 r

Tesla, národní podnik

Praga, Czechosłowacja

**Sposób pomiaru i rejestrowania częstotliwości impulsów elektrycznych
oraz urządzenie do stosowania tego sposobu**

Patent trwa od dnia 2 czerwca 1961 r.

Pierwszeństwo: 10 czerwca 1960 r. (Czechosłowacja)

Wynalazek dotyczy sposobu pomiaru i rejestrowania częstotliwości impulsów elektrycznych oraz urządzenia do stosowania tego sposobu.

W większości badań z dziedziny fizyki atomowej, potrzebne informacje są uzyskiwane przez rejestrację przenikającego promieniowania nuklearnego, przy pomocy odpowiednich detektorów jak na przykład liczniki scyntylacyjne, liczniki Geigera — Müllera, komory jonizacyjne, liczniki proporcjonalne itp., w których przelot cząstek jest rejestrowany w postaci impulsów elektrycznych. Dla analizy rezultatów przeprowadzonych badań należy znać częstotliwość impulsów, tzn. liczbę cząstek, jaka została zarejestrowana w jednostce czasu.

Do tego celu używa się najczęściej zwykłych liczników lub układów całkujących impulsy.

Licznik (binarny, dekadowy lub tp.) rejestruje dokładną liczbę impulsów, które docierają do licznika przez czas jego włączenia. Na podstawie danej całkowitej liczby impulsów i czasu, podczas którego licznik był czynny, można łatwo obliczyć częstotliwość impulsów. Zaletą liczników jest to, że umożliwiają one w łatwy sposób pomiar z dużą dokładnością nawet małych częstotliwości impulsów dzięki temu, że okres pomiaru trwa dłużej, wskutek czego ulega zmniejszeniu wpływ statyczny fluktuacji przy małych częstotliwościach.

Wada takich liczników polega na tym, że trudno jest przeprowadzać ciągłą rejestrację wyników pomiaru. Istnieją wprawdzie urządzenia, które zmierzona liczbę impulsów rejestrują na taśmie papierowej, jednak te urządzenia są

^o) Właściciel patentu oświadczył, że twórcą wynalazku jest inż. Milan Kulka.

bardzo skomplikowane (zawierają elektryczną maszynę do liczenia z elektromechanicznym uruchamianiem), a poza tym rejestracja w postaci cyfr jest nieprzejrzysta.

Integratory impulsów (mierniki częstotliwości) pracują na innej zasadzie. Po unifikacji w układzie kształtującym impulsy elektryczne doprowadza się do układów liczących impulsy. Napięcie w tym obwodzie jest zmieniane z częstotliwością przychodzących impulsów, a urządzenie, które mierzy to napięcie lub rejestruje w sposób ciągły, może być wycechowane bezpośrednio w częstotliwościach impulsów.

Zaletą urządzenia całkującego jest możliwość łatwej rejestracji częstotliwości. Wadą jednak jest to, że bardzo trudno jest zrealizować urządzenie całkujące dla małych częstotliwości impulsów (rzędu 10 impulsów na minutę), gdy wzrastają wymagania odnośnie stałej czasu układu.

Sposób i urządzenie według wynalazku łączy zaletę całkowania i zaletę wynikającą z zastosowania licznika, tzn. umożliwiają pomiar dużych i małych częstotliwości z jednoczesną łatwą rejestracją pomierzonych wartości.

Istota sposobu według wynalazku polega na tym, że impulsy, których częstotliwość ma być pomierzona, są doprowadzane do licznika impulsów, który powoduje, że przy dojściu K — tego impulsu, przyrząd piszący, poruszający się nad nośnikiem zapisu w kierunku osi częstotliwości według funkcji $x = \varphi(t)$, powoduje na nośniku zapisu utworzenie znaku o współrzędnej $x = \varphi\left(\frac{K}{f}\right)$, przy czym x oznacza odległość przyrządu piszącego od stałego określonego punktu na osi częstotliwości f , natomiast $\varphi(t)$ oznacza zmianę x w czasie t , określoną ściśle przez konstrukcję urządzenia poruszającego, a x_f jest współrzędną utworzonego znaku, który stanowi miarę częstotliwości f .

Istotą urządzenia do stosowania sposobu według wynalazku jest to, że ponad nośnikiem zapisu, na urządzeniu przesuwającym o ruchu posuwisto-zwrotnym, jest umieszczony przesuwnie przyrząd piszący, powiązany z licznikiem, a licznik razem z urządzeniem przesuwającym o ruchu posuwisto-zwrotnym, jest sterowany za pomocą łącznika czasowego.

Przyrząd piszący, który w dalszym ciągu opisu jest nazywany pisakiem, może się poruszać powyżej nośnika zapisu, na przykład powyżej papierowej taśmy rejestrującej tak, że jego współrzędna x stanowi funkcję $\varphi(t)$ względem czasu t a więc $x = \varphi(t)$.

Jeżeli rozpocznie się pomiar czasu t od momentu, gdy zaczynają przychodzić impulsy o częstotliwości f (liczba impulsów na jednostkę czasu), to impuls K — ty nadejdzie po czasie $\frac{K}{f}$. Znak jaki w tym momencie pisak utworzy, będzie posiadał współrzędną x równą $x_f = \varphi\left(\frac{K}{f}\right)$.

Jasnym jest, że każdej częstotliwości f odpowiada znak o współrzędnej x_f . Można więc na odwrót, z położenia znaku określać częstotliwość impulsów.

Rodzaj skali x_f można dobrać przez dobór kształtu funkcji i przez dobór liczby K .

W szczególności dla $\varphi = \frac{\text{const}}{t}$ skala przebiega według zależności $x_f = \text{const} \cdot f$, a dla $\varphi = \lg \frac{\text{const}}{t}$ według $x_f = \lg f + \text{const}$. Najłatwiej pod względem technicznym można uzyskać ruch pisaka według następującej zależności $\varphi(t) = a - vt$, tzn. ruch jednostajny z prędkością v od prawej do lewej strony. W tym przypadku skala będzie posiadać następujący kształt $x_f = a - \frac{v \cdot K}{f}$, gdzie a oznacza współrzędną przyrządu piszącego, a v jednostajną szybkość posuwu. Oznacza to, że dla dużych f odpowiednie wartości x_f będą leżały bardzo blisko siebie tak, że odczytanie wielkich częstotliwości, nie byłoby dostatecznie dokładne. Bliższa analiza wykazuje, że czytelność takiej skali jest możliwa tylko dla częstotliwości, zmieniającej się w zakresie jednego rzędu wielkości.

Jeżeli trzeba rejestrować częstotliwości zmieniające się w zakresie kilku rzędów wielkości, to dobrą czytelność skali w całym zakresie zmian częstotliwości f można osiągnąć bez potrzeby zmiany prawa ruchu pisaka, przez proste dopasowanie, którego zasadę wyjaśnia się w przypadku zmian częstotliwości f w zakresie dwóch rzędów wielkości (od f_0 do $100 f_0$).

Pisak zostaje uruchomiony przy nadejściu K — tego impulsu (gdzie $K = 10 K'$). Gdy ten K — ty impuls nie nadejdzie do czasu $\frac{K}{10f_0}$, to licznik zostaje automatycznie przestawiony na zero i urządzenie zostaje przełączone tak, że pisak uruchamia się przy nadejściu K' — tego impulsu. Po nadejściu impulsu, który został zarejestrowany przez pisak aż do następnego powrotu do swego położenia wyjściowego, pisak jest odłączony od licznika.

Przez zastosowanie takiego układu osiąga się to, że skala urządzeń składa się z dwóch części: z pierwszej, która przy dobrej czytelności odpowiada zakresowi większych częstotliwości niż

10 f_0 , tzn. od 10 f_0 do 100 f_0 i z drugiej części która jest podobna do pierwszej ale odpowiada częstotliwościom większym od f_0 z dobrą czytelnością w zakresie od f_0 do 10 f_0 .

Tak więc w rzeczywistości, na skali tak przystosowanego urządzenia, można dobrze odczytać częstotliwości w całym zakresie od f_0 do 100 f_0 . Wadą tak przystosowanego urządzenia jest to, że częstotliwościom 10 f_0 odpowiadają dwa różne punkty skali, lewy punkt krańcowy pierwszej części i prawy punkt krańcowy drugiej części (w przestrzeni między tymi punktami nie może nigdy powstać żaden znak; ta przestrzeń odpowiada większym częstotliwościom niż 10 f_0 , ale odpowiedni znak musiałby powstać w przestrzeni pierwszej skali, a jak powiedziano wyżej, po wykonaniu znaku, pisak aż do następnego powrotu do położenia wyjściowego, jest odłączony od licznika).

O ile jednak ta nieciągłość skali byłaby wadą, to można ją usunąć po upewnieniu się, że pisak w momencie $\frac{K'}{f_0}$ i w momencie $1,1\frac{K'}{f_0}$ mógłby wykonać znak w tym samym punkcie. W takim przypadku, częstotliwości 10 f_0 odpowiada na skali tylko jeden punkt, wskutek czego uzyskuje się skalę ciągłą. O technicznych możliwościach realizacji takiego czasu zatrzymania pisaka podano poniżej.

Taką zasadę rozszerzania skali można oczywiście wykorzystać również dla innych zakresów zmian częstotliwości większych niż dwa rzędy wielkości, względnie również dla innych kształtów funkcji φ . Jeżeli potrzeba, aby skala była ciągłą, to przy przełączeniu i przy położeniu zerowym licznika należy zapewnić zatrzymanie pisaka. Ruch pisaka w urządzeniu dla stosowania sposobu według wynalazku, zgodny z zależnością $x = \varphi(t)$ można uzyskać różnymi sposobami. Na przykład pisak może być przesuwany za pomocą krzywki. Inny sposób ruchu pisaka polega na obrocie śruby, na której pisak jest przesuwany podobnie jak nakrętka. Obroty śruby mogą być równomierne lub programowo nierównomierne, aby można było uzyskać kształt funkcji $\varphi(t)$.

Nierównomierny obrót śruby można uzyskać np. za pomocą mechanizmu z kołem zapadkowym i z elektromagnesem, przy czym zgodnie z programem zmienia się częstotliwość impulsów, która steruje tym elektromagnesem, albo też przez obrót śruby za pomocą silnika, który jest wykorzystywany we wtórnych zegarach elektrycznych i jest sterowany przez impulsy o częstotliwości zmienianej zgodnie z progra-

mem. Poza tym do rejestracji można użyć woltomierza rejestrującego lub amperomierza. Ruch pisaka można osiągnąć przez programowaną zmianę napięcia lub prądu doprowadzanego do układu pomiarowego urządzenia piszącego. W przypadku, gdy urządzenie z rejestracją ciągłą jest wykorzystywane bezpośrednio, nie ma potrzeby, aby takie urządzenie posiadało specjalne urządzenie dla rysowania znaków. Wystarczy, gdy z nadejściem impulsu, który ma być zarejestrowany, pisak powróci do swego położenia wyjściowego (np. przez odłączenie układu pomiarowego urządzenia piszącego od źródła napięcia programowego). Przebieg częstotliwości w funkcji czasu podany jest wtedy przez obwiednię wykreślonej krzywej.

Czasy zatrzymania pisaka, konieczne dla otrzymania skali ciągłej można uzyskać za pomocą krzywki o odpowiednim kształcie, poruszającej pisak, lub przez zastosowanie przerw między impulsami, które sterują ruchem pisaka. Czasy zatrzymania pisaka można też uzyskać za pomocą mechanicznego zatrasku zatrzymującego pisak ponad odpowiednim punktem skali przez odpowiedni przeciąg czasu, lub w ten sposób, że stosuje się kilka pisaków (np. dla każdego rzędu wielkości oddzielny pisak), które są przesunięte względem siebie tak, że nawet podczas nieprzerwanego ruchu układu piszącego (bez czasów zatrzymania) osiąga się połączenie w sposób ciągły poszczególnych części skali.

Jeżeli mechanizm zapewniający ruch pisaka jest wyposażony w kilka pisaków, to urządzenie można wykorzystywać do jednoczesnego pomiaru i rejestracji częstotliwości impulsów z dwóch lub więcej źródeł.

Wielokrotną rejestrację można również uzyskać w ten sposób, że przy każdym powrocie pisaka do położenia wyjściowego zostaje dołączone do wejścia licznika, inne źródło impulsów. W takim przypadku jest korzystnym, aby znaki odpowiadające częstotliwości impulsów z różnych źródeł różniły się od siebie (kształtem, kolorem itd.), a to ze względu na czytelność zapisu.

Jeśli potrzeba zasygnalizować, że określona częstotliwość f_{maks} została przekroczona, to można to osiągnąć w ten sposób, że podczas przebywania pisaka w zakresie wartości x , odpowiadających częstotliwościom $f > f_{\text{maks}}$ nadejście rejestrowanego impulsu wyzwala obwód sygnalizacyjny. Obwód sygnalizacyjny musi być nieczuły na nadejście zarejestrowanego impulsu podczas przebywania pisaka w zakresie x , od-

powiadającym częstotliwościom $f \leq f_{maks}$. Można to uzyskać np. w ten sposób, że równolegle do pisaka, na listwie prowadzącej porusza się styk ślizgowy, przy czym ta listwa wchodzi w zakres x , i odpowiada $f > f_{maks}$. Wystarczy następnie, aby zarejestrowany impuls został przez ten styk i listwę doprowadzony do obwodu sygnalizacyjnego, który uruchamia sygnalizację przy nadejściu zarejestrowanego impulsu.

Aby wyjaśnić bliżej działanie urządzenia według wynalazku, które mierzy i rejestruje częstotliwość impulsów sposobem według wynalazku, podaje się jedną z wielu odmian takiego urządzenia, które może mierzyć i rejestrować częstotliwości impulsów, zmieniające się w zakresie trzech rzędów wielkości.

Urządzenie według wynalazku jest uwidocznione na załączonym rysunku.

Ruch pisaka osiąga się za pomocą prawy i lewoskrętnej śruby 2 (śruby tego typu są stosowane przy mechanizmach prowadniczych, maszynach nawijających itp.). Śruba 2 napędzana jest jednostajnie zawsze w tym samym kierunku obrotu za pomocą silnika elektrycznego 3 i reduktora obrotów 4. Dzięki prawoskrętnemu i lewoskrętnemu gwintowi śruby 2, nakrętka 5 porusza się na śrubie 2 z jednostajną prędkością, naprzemian na prawo i na lewo pomimo, że śruba 2 obraca się stale w tym samym kierunku. W tym celu w ramie podtrzymującej 52 jest umieszczony wystający trzpień 51, którego koniec jest dopasowany do rowka gwintu śruby 2 i za pomocą sprężyny wciśnięty do tego rowka. Przy nakręcie 5 śruby 2 umieszczony jest właściwy wspornik 6 pisaka 1 tak, że w pewnym zakresie może on być przesuwany osiowo na nakrętce 5. Wspornik 6 pisaka 1 posiada zderzak 7 (trzpień), którego budowa widoczna jest na rysunku. W miejscach podziału na trzy części szerokości papierowej taśmy rejestracyjnej, są umieszczone zderzaki 8 i 9 ze stykami elektrycznymi, przy czym te zderzaki są umocowane tak, że przy ruchu nakrętki 5 zderzak 7 uderza o nie, a wspornik 6 pisaka 1 pozostaje przez pewien czas w tym samym miejscu. Gdy wspornik 6 pisaka 1 zatrzyma się w swym ruchu, we wsporniku porusza się w kierunku osiowym nakrętka 5 śruby 2. Wspornik pisaka 1 zostaje uruchomiony ponownie, gdy zderzak 7 znajdujący się na wsporniku 6 pisaka 1, nadejdzie nad zagłębienie nakrętki 5, zostanie w to zagłębienie wsunięty i w ten sposób zostanie odłączony od zderzaków 8 i 9. W następnej trzeciej części szerokości zderzak 8, który jest położony niżej niż zderzak 9

w pierwszej części, zatrzymuje ruch wspornika 6 pisaka 1 tak długo, aż zderzak 7 nadejdzie nad następne zagłębienie nakrętki 5 i zostanie w nie wsunięty.

Przez uderzenie zderzaka 7 o elektryczne styki zderzaków 8 i 9, reduktor zostaje przestawiony na zero i przekaznik przełączony (aby impuls K' — ty został zarejestrowany). Zatrzymywanie wspornika 6 pisaka 1 jest tak dobrane, że uzyskuje się skalę ciągłą. Po dojściu w lewe położenie skrajne, nakrętka 5 ze wspornikiem 6 pisaka 1 zaczyna się poruszać na prawo. Po dojściu w prawe położenie skrajne, wspornik 6 zostaje mechanicznie zahamowany (wskutek czego nakrętka 5 zaczyna się w nim przesuwając osiowo) a zderzak 7 przesuwa się wskutek tego w swoje położenie wyjściowe tzn. w położenie najbardziej wysunięte. W momencie, gdy nakrętka 5 zaczyna się poruszać z prawej do lewej wraz ze wspornikiem 6 pisaka 1, licznik zostaje na nowo nastawiony na zero i cały przebieg się powtarza. Wspornik 6 pisaka 1 może być zaopatrzony w kilka pisaków dla jednoczesnego rejestrowania przebiegu częstotliwości impulsów, pochodzących z wielu źródeł.

Zalety sposobu według wynalazku w stosunku do pomiarów i rejestracji za pomocą integratora z przyrządem piszącym lub w stosunku do reduktora z urządzeniem drukarskim, polegają na tym, że istnieje możliwość pomiaru i rejestracji bardzo małych częstotliwości impulsów (ułamki impulsu na minutę), co przy użyciu integratora jest zupełnie wykluczone. Dokładność pomiaru jest przy tym taka sama, jak przy użyciu reduktora. Ponadto konstrukcja urządzenia jest bardzo prosta, szczególnie w porównaniu z licznikami połączonymi z użyciem maszyny liczącej, wymagającej dodatkowo elektromechanicznego uruchomienia. Istnieje graficzna rejestracja wyników pomiaru, która jest znacznie czytelniejsza niż rejestracja za pomocą cyfr. Urządzenie według wynalazku nie zawiera żadnych kosztownych części (na przykład szerokopasmowego urządzenia rejestrującego, elektrycznej maszyny do liczenia). Pisak jest napędzany silnikiem, wobec czego konstrukcja urządzenia jest mocna.

Zastrzeżenia patentowe

1. Sposób pomiaru i rejestrowania częstotliwości impulsów elektrycznych, doprowadzonych do licznika impulsów, znamienny tym, że licznik impulsów powoduje, iż przy nadejściu K — tego impulsu, przyrząd piszący,

- poruszający się ponad nośnikiem zapisu w kierunku osi częstotliwości f według zależności $x = \varphi(t)$, wytwarza na nośniku zapisu znak o współrzędnej $x = \varphi \frac{K}{f}$.
2. Sposób według zastrz. 1, znamieny tym, że przy ściśle określonym położeniu przyrządu piszącego tj. po upływie ściśle określonego czasu, licznik zostaje przestawiony na zero i tak przełączony, że dopiero z nadejściem impulsu (K') przyrząd piszący tworzy znak pisarski tj. kropkę lub kreskę ($K' = 1/10 K$).
 3. Sposób według zastrz. 2, znamieny tym, że po osiągnięciu przez licznik położenia zerowego, ruch przyrządu piszącego zostaje przerywany na okres czasu, podczas którego przyrząd piszący, przy przejściu na drugą skalę, określoną przez impuls (K'), poruszały się ponad częścią drugiej skali określającą częstotliwości, które już przedtem, na poprzedniej skali zostały zarejestrowane, a która to część skali była określona przez K — ty impuls.
 4. Sposób według zastrz. 3, znamieny tym, że urządzenie sygnalizacyjne zostaje uruchomione przez zarejestrowany impuls, o ile impuls nadejdzie w czasie, podczas którego przyrząd piszący porusza się w tym zakresie na osi częstotliwości f , który odpowiada wartościom częstotliwości równym lub większym niż maksymalna wartość częstotliwości f_{maks} , i której przekroczenie miało być zasygnalizowane.
 5. Urządzenie do stosowania sposobu według zastrz. 1, znamienne tym, że ponad nośnikiem zapisu, na urządzeniu przesuwającym (2) rewersyjnym jest umieszczony przesuwnie przyrząd piszący (1) powiązany z licznikiem, a licznik wraz z urządzeniem przesuwającym (2) jest sterowany przez łącznik czasowy.

TESLA, národní podnik
Zastępca: mgr Józef Kamiński
rzecznik patentowy

