



Patent dodatkowy
do patentu nr _____

Zgłoszono: 29.04.75 (P. 180034)

Pierwszeństwo: _____

Zgłoszenie ogłoszono: 18.12.76

Opis patentowy opublikowano: 28.02.1979

Int. Cl.²

A61B 5/04

CZYTELNIA

Urzędu Patentowego
Państwa Republiki Ludowej

Twórca wynalazku: Edward Krauze

Uprawniony z patentu: Polska Akademia Nauk, Instytut Biocybernetyki
i Inżynierii Biomedycznej, Warszawa (Polska)

Sposób oraz urządzenie do automatycznej oceny krzywych nieregularnych, zwłaszcza krzywych elektromiograficznych

1

Dziedzina techniki. Przedmiotem wynalazku jest sposób oraz urządzenie do automatycznej oceny krzywych nieregularnych, zwłaszcza krzywych elektromiograficznych należące do dziedziny techniki leczenia oraz przyrządów diagnostycznych.

Stan techniki. Znany jest sposób oraz urządzenie do automatycznej oceny krzywych nieregularnych, zwłaszcza krzywych elektromiograficznych z polskiego opisu patentowego nr 67598.

Sposobem tym badany przebieg przedstawia się w postaci sygnałów analogowych podawanych na wejście układu a następnie przetransponowuje się je w czterech kanałach pomiarowo-odczytujących na ciągi impulsów obrazujących intensywność wielkości charakteryzujących przebieg. Impulsy te zlicza się w liczniku, a wynik tego zliczania jest proporcjonalny do intensywności wydzielonych wielkości w wybranym przedziale czasu i charakteryzujących przebieg. Jako wielkości charakteryzujące badany przebieg wydziela się współczynnik interferencyjności, uśrednioną wartość szczytową, współczynnik wypełnienia i współczynnik ilości grup. Wielkości te wydziela się w czterech kanałach jednocześnie drogą przekształcania badanego przebiegu.

Dla wydzielenia współczynnika interferencyjności badaną krzywą przekształca się w członie przekształcającym tak, aby zmierzyć ilość przejść przez ustalone z góry poziomy i mnoży się ilość przez dodatkowy współczynnik wagi poziomu a otrzymane iloczyny sumuje się w następnych członach kanału

2

automatycznie. Współczynnik wagi dobiera się doświadczalnie tak, aby zapewnić najlepsze rozdzielanie przebiegów na klasy.

5 Dla wydzielenia uśrednionej wartości szczytowej badaną krzywą przekształca się w drugim kanale przez automatyczne określenie uśrednionej wartości szczytowej w wybranym przedziale czasu.

10 Dla wydzielenia współczynnika wypełnienia badaną krzywą całkuje się automatycznie w wybranym przedziale czasu, a otrzymaną wartość całki dzieli się przez uśrednioną wartość szczytową. W celu wydzielenia współczynnika ilości grup automatycznie zlicza się ilość zawartych grup impulsów występujących w wybranym przedziale czasu.

15 Znane urządzenie cyfrowe zawiera układ wejściowy formujący badany przebieg elektromiograficzny połączony z czterema kanałami pomiarowo-odczytującymi wydzielającymi wielkości charakteryzujące badaną krzywą i przekształcającymi sygnał wychodzący z układu wejściowego. Kanały pracują równolegle i niezależnie od siebie. Każdy z kanałów połączony jest z układem sterującym i każdy z nich stanowi połączenie kilku członów.

25 Kanały pomiarowo-odczytujące mają podobną budowę i każdy z nich do wyjścia członu przekształcającego ma dołączony zespół członów. Zespół ten składa się z szeregowo połączonych komparatora, bramki czasowej, licznika — dekodera, układu sterującego wyświetlaniem i wskaźnika cyfrowego.

Układ sterujący ma generator cyklu roboczego, którego wyjście połączone jest z generatorem impulsów kasujących i generatorem impulsów pomiarowych. Generator impulsów pomiarowych ma wyjście połączone z generatorem impulsów sterujących warunkami początkowymi i z generatorami piły o modulowanej amplitudzie, piły o stałej amplitudzie, impulsów zegarowych oraz z generatorem impulsów otwierających. Generator impulsów kasujących połączony jest z członami przekształcającymi w kanałach pomiarowo-odczytujących dla wydzielenia uśrednionej wartości szczytowej za okres pomiarowy, współczynnika wypełnienia za okres pomiarowy i współczynnika ilości grup za okres pomiarowy. Generator impulsów kasujących połączony jest też ze wszystkimi licznikami-dekoderni. Generator impulsów sterujących warunkami początkowymi połączony jest z wejściami wszystkich członów przekształcających. Generator piły o modulowanej amplitudzie ma wejście połączone z komparatorem w kanale pomiarowo-odczytującym dla wydzielenia współczynnika wypełnienia za okres pomiarowy a wejście tego generatora połączone jest z wyjściem członu przekształcającego w kanale pomiarowo-odczytującym dla wydzielenia uśrednionej wartości szczytowej.

Generator piły o stałej amplitudzie ma wyjście połączone z wejściami komparatorów kanałów pomiarowo-odczytujących dla wydzielenia współczynnika interferencyjności badanego przebiegu, uśrednionej wartości szczytowej za okres pomiarowy i współczynnika ilości grup za okres pomiarowy. Generator impulsów zegarowych i generator impulsów otwierających mają wyjścia połączone z wejściami bramek czasowych we wszystkich kanałach pomiarowo-odczytujących. Stosując znany sposób automatycznej oceny krzywych określa się intensywność wielkości charakteryzujących badaną krzywą. Wielkości te definiuje się jak następuje.

Współczynnikiem interferencyjności jest suma iloczynów zmierzonej ilości przebiegów badanego przez wybrane poziomy i odpowiednich współczynników wagi poziomu. Wagę poziomu dobiera się doświadczalnie. Wydzielenie współczynnika interferencyjności realizuje się przez automatyczne zsumowanie powyższych iloczynów. Współczynnikiem wypełnienia jest stosunek wartości całki z przebiegu badanego za okres, do jego uśrednionej wartości szczytowej i wydziela się go przez automatyczne całkowanie przebiegu i dzielenie całki przez uśrednioną wartość szczytową.

Ilość grup impulsów występujących w przebiegu badanym określa się przez automatyczne zliczanie ilości zwartych grup impulsów występujących w przedziale czasu. Jako zwartą grupę impulsów rozumie się zwartą serię impulsów o najmniejszym czasie trwania, rzędu 1 m sek., w której sygnał nie spada poniżej 15% swojej wartości maksymalnej na okres czasu nie dłuższy niż 10 m sek.

Istota wynalazku. Istota sposobu według wynalazku polega na tym, że wydziela się wartość szczytową amplitudy badanego przebiegu. Dla wydzielenia współczynnika interferencyjności mierzy się ilość przebiegów krzywej przez poziomy, które są sterowane wartością szczytową amplitudy, i mnoży się

sumę przejść przez współczynnik wypełnienia. Podczas pomiaru współczynnika wypełnienia wprowadza się stosunek całki z modułu przebiegu do wartości szczytowej, a przy pomiarze ilości grup w kanale ilości grup mierzy się cyfrowo odległości pomiędzy przejściami przebiegu przez określony poziom, przy czym jako grupę określa się najmniej dwa przejścia przebiegu przez poziomy pomiędzy którymi odległość jest mniejsza od czasu zadanego.

Istota urządzenia według wynalazku polega na tym, że układ wejściowy połączony jest z członem określenia modułu, który połączony jest z członem amplitudy kanału amplitudy szczytowej. Człon określenia modułu połączony jest z kanałem interferencyjności oraz z kanałem współczynnika wypełnienia. Kanał współczynnika wypełnienia połączony jest dodatkowo z członem amplitudy kanału amplitudy szczytowej oraz z układem sterującym pierwszym i z kanałem interferencyjności. Kanał interferencyjności połączony jest dodatkowo z kanałem ilości grup, z członem określenia amplitudy kanału amplitudy szczytowej, z członem określenia modułu oraz z układem sterującym pierwszym i z układem sterującym drugim z tym, że układy sterujące są połączone ze sobą. Sposobem według wynalazku zmniejsza się błąd pomiaru przy przebiegach ubogich, szpilkowych.

Korzyścią wynikającą z zastosowania urządzenia według wynalazku jest możliwość podłączenia do maszyny cyfrowej, w celu centralnej rejestracji danych o stanie zdrowia pacjenta.

Objaśnienie figur rysunków. Przedmiotem wynalazku jest odtworzony schematycznie na rysunku, na którym fig. 1 przedstawia schemat połączeń urządzenia zwanego miomestymatorem, na fig. 2 przebieg impulsów generowanych przez układ porównania modułu przebiegu z poziomami, fig. 3 sposób określania grup.

Przykład wykonania. Sposobem według wynalazku analizuje się informacje zawarte w badanym przebiegu i przyporządkowuje się tej informacji określoną cyfrę. Sygnały w postaci analogowej przetwarzają się na ciągi impulsów obrazujących intensywność wielkości charakteryzujących przebieg.

W kanale interferencyjności k_1 wydziela się współczynnik interferencyjności, który przedstawiony jest w postaci cyfr od 0 do 9, które to cyfry wyświetlane są przez układy przetwarzania i wyświetlania cyfrowego 10. Równocześnie wartość współczynnika interferencyjności odpowiednio zakodowana podawana jest na wyjście wy do którego można podłączyć maszynę cyfrową.

Współczynnik wypełnienia τ wydziela się w kanale współczynnika wypełnienia k_2 , który przedstawiony jest w postaci cyfr od 0 do 9, które to cyfry wyświetlane są przez wskaźniki cyfrowe zawarte w układach przetwarzania i wyświetlania cyfrowego 10_w. Wartość współczynnika wypełnienia odpowiednio zakodowana podawana jest na wyjście, do którego istnieje możliwość podłączenia maszyny cyfrowej.

Współczynnik ilości grup wydziela się w kanale ilości grup k_3 i podobnie przedstawiany jest w postaci cyfr od 0 do 9, przy czym podobnie istnieje

je możliwość podania zakodowanej wartości współczynnika ilości grup do maszyny cyfrowej.

W kanale amplitudy szczytowej k_2 wydziela się wartość szczytową amplitudy, której wartość przedstawiona jest również w postaci cyfr od 0 do 9 z możliwością podania wartości tej amplitudy do maszyny cyfrowej.

Sygnał z członu określenia modułu M podaje się na wejście układu porównania modułu 15 z sześcioma poziomami $Q_1, Q_2, Q_3, Q_4, Q_5, Q_6$, które są sterowane wartością amplitudy i wydziela się współczynnik interferencyjności.

W przypadku zrównania przebiegu z danym poziomem Q generowany jest standardowy impuls, co jest zobrazowane na fig. 2. Ilość generowanych impulsów mnoży się przez współczynnik wagi, dobierany doświadczalnie. Otrzymane iloczyny sumuje się w sumatorze 17 a następnie sumę mnoży się przez współczynnik wypełnienia w układzie mnożenia 18. Otrzymaną wartość analogową przetwarza się w przetworniku 10_g na cyfry od 0 do 9 i wyświetla się.

Urządzenie zwane mioestymatorem zawiera układ sterujący pierwszy U_{SI} i układ sterujący drugi U_{SII} przy czym układ sterujący pierwszy U_{SI} połączony jest z układem sterującym drugim U_{SII} , cztery kanały pomiarowo-odczytujące a mianowicie kanał interferencyjności k_1 , kanał amplitudy szczytowej k_2 składający się z członem określania modułu M i członem amplitudy A , kanał współczynnika wypełnienia k_3 , oraz kanał ilości grup k_4 i układ wejściowy $U.W.$ Układ wejściowy $U.W.$ połączony jest z członem określania modułu M , który połączony jest z członem amplitudy A kanału amplitudy szczytowej k_2 . Człon określania modułu M połączony jest z kanałem interferencyjności k_1 oraz z kanałem współczynnika wypełnienia k_3 . Kanał współczynnika wypełnienia k_3 połączony jest dodatkowo z członem amplitudy A kanału amplitudy szczytowej k_2 oraz z układem sterującym pierwszym U_{SI} i z kanałem interferencyjności k_1 . Kanał interferencyjności k_1 połączony jest dodatkowo z kanałem ilości grup k_4 , z członem amplitudy A z członem określenia modułu M oraz z układem sterującym U_{SII} i z układem sterującym U_{SII} .

Układ sterujący pierwszy U_{SI} zawiera zadajnik cyklu pomiarowego 1, który połączony jest z generatorem programu pomiarowego pierwszym 2 a ten połączony jest z generatorem dziesięcioimpulsowym pierwszym 4.

Układ sterujący drugi U_{SII} zawiera generator programu pomiarowego drugi 3, który połączony jest z generatorem programu pomiarowego pierwszym 2 oraz generator dziesięcioimpulsowy drugi 5, który dołączony jest do generatora programu pomiarowego drugiego 3.

Kanał amplitudy szczytowej k_2 zawiera człon określania modułu M składający się z układu modułu 6 dołączonego do układu wejściowego $U.W.$ i połączonego z układem zapamiętania wartości szczytowej 7 do którego dołączony jest wtórnik 8 oraz układ pomiaru amplitudy 9 dołączony do wtórника 8 i z układu przetwarzania i wyświetlania cyfrowego 10_a dołączonego do układu pomiaru amplitudy 9.

Człony 7, 8, 9, 10_a tworzą człon amplitudy A .

Układ zapamiętania 7 dodatkowo połączony jest z generatorem programu pomiarowego pierwszym 2, z którym również połączony jest układ pomiaru amplitudy 9.

Kanał współczynnika wypełnienia k_3 zawiera integrator pierwszy 11, dołączony do układu modułu 6, oraz integrator drugi 12, połączony z układem pomiaru amplitudy 9, oraz z układem porównania 13, do którego są dołączone integratory 11 i 12. Układ porównania 13 dołączony jest do generatora programu pomiarowego pierwszego 2 oraz do układu przetwarzania i wyświetlania cyfrowego 10_w .

Kanał interferencyjności k_1 zawiera układ sterowania poziomami 14, który dołączony jest do układu pomiaru amplitudy 9, układ porównania modułu z poziomami 15, który dołączony jest do układu modułu 6 oraz do układu sterowania poziomami 14, układ mnożenia przez wagę 16, który dołączony jest do układu porównania modułu z poziomami 15, sumator ilości przejść 17, który dołączony jest do układu mnożenia przez wagę 16 oraz do generatorów programu pomiarowego pierwszego 2 i drugiego 3, oraz układ mnożenia sumy przez współczynnik wypełnienia 18, który połączony jest z sumatorem ilości przejść 17 oraz z układami przetwarzania i wyświetlania cyfrowego 10_w i 10_i w kanale współczynnika wypełnienia k_3 i w kanale interferencyjności k_1 .

Kanał ilości grup k_4 zawiera układ pomiaru czasu między impulsami 19, który połączony jest z układem porównania modułu z poziomami 15, człon decyzyjny 20, który połączony jest z układem pomiaru czasu między impulsami 19 oraz z układem wyświetlania cyfrowego 10_g .

Układy sterujące U_{SI} i U_{SII} realizują program pomiaru zadając warunki początkowe i generując impulsy pomiarowe, impulsy zerujące oraz kasujące, a mianowicie:

— Impulsy określające cykl pomiarowy o czasie trwania 0,1 sek, 1 sek, 4 sek.

— Impuls $t = 1$ msek zerujący stany liczników, wchodzących w skład układów przetwarzania i wyświetlania cyfrowego $10_a, 10_w, 10_i, 10_g$, jakie ustaliły się w poprzednim cyklu pomiarowym.

— Impuls pomiarowy o $t = 1$ msek kluczujący generator dziesięcioimpulsowy 4 i sterujący pracą układu zapamiętania wartości szczytowej 7 i układem porównania 13 przy pomiarze współczynnika wypełnienia.

— Impuls kasujący o $t = 2$ msek sterujący generatorami programu pomiarowego 3 zadającym warunki początkowe przy pomiarze współczynnika interferencyjności.

— Impuls kasujący drugi zadający warunki początkowe pomiaru współczynnika interferencyjności i kluczujący drugi generator dziesięcioimpulsowy 5.

Sygnał U_{we} podaje się na wejście układu wejściowego UW , który zapewnia odpowiednią oporność wejściową oraz pasmo przenoszonych częstotliwości. Sygnał jest formowany przez prostownik dwupółłukowy (6) i podawany do układów analizujących. Wyprostowanym sygnałem ładuje się szczytowo-kondensator w członie zapamiętywania wartości szczytowej 7. Odczyt napięcia z kondensatora odbywa się

za pomocą wtórnika 8 bez zmazywania wartości zapisanej. Wartość amplitudy w postaci analogowej, zmierzona przez układ pomiaru amplitudy 9, jest następnie przetworzona na cyfrę i wyświetlana przez układy przetwarzania i wyświetlania cyfrowego 10_a.

Moduł z sygnału wejściowego z układu modułu 6 jest podany na integrator pierwszy 11 realizujący pomiar całki za cykl pomiaru T z wartości modułu sygnału wejściowego U_{we} . Integrator drugi 12 realizuje pomiar całki za okres τ będący czasem zrównania wartości tej całki z wartością całki realizowanej przez integrator pierwszy 11.

Układ porównania 13 realizuje następującą funkcję:

$$\int_0^T |U_{we}| dt = \int_0^{\tau} A_{szcz} dt$$

gdzie: T — cykl pomiaru,

τ — współczynnik wypełnienia,

(U_{we}) — moduł napięcia wejściowego,

A_{szcz} — wartość amplitudy szczytowej.

Z tego porównania wynika, że wartość τ określona jako współczynnik wypełnienia równa jest:

$$\tau = \frac{\int_0^T |U_{we}| dt}{A_{szcz}}$$

gdzie: T — cykl pomiaru,

(U_{we}) — moduł napięcia wejściowego,

A_{szcz} — wartość amplitudy szczytowej.

Wartość współczynnika wypełnienia τ w postaci analogowej przetwarzana jest na postać cyfrową i wyświetlana przez układy 10_w.

Układ sterowania poziomami 14 steruje poziomami komparacji w funkcji amplitudy szczytowej niezależnie od w ten sposób pomiar interferencyjności od wartości wzmacnienia na wejściu układu.

W przypadku zrównania się wartości przebiegu U_{we} z zadaniem poziomem, sterowanym z układu 14, generowany jest przez układ porównania modułu z poziomami 15 impuls, co jest uwidocznione na fig. 2. Impulsy te są mnożone przez odpowiednią wagę w układzie mnożenia przez wagę 16 i sumowane przez sumator ilości przejść 17 za okres cyklu pomiarowego T. Suma ta jest mnożona przez układ mnożenia sumy przez współczynnik wypełnienia 18 i przetwarzana jest na postać cyfrową i wyświetlana przez układ 10_i. Przy przejściu przebiegu przez jeden z wybranych poziomów w pomiarze interferencyjności wysyłane przez układ porównania modułu z poziomami 15 impulsy są podawane na układ pomiaru czasu między impulsami 19, gdzie są mierzone odległości czasowe pomiędzy impulsami.

W przypadku wystąpienia co najmniej dwóch przejść przebiegu przez określony poziom w czasie mniejszym od zadanego czasu $t < 10$ msek impulsy te nazywano grupą. W przypadku czasu zmierzonego przez układ pomiaru czasu między impulsami 19 krótszego od t , to jest 10 msek, człon decyzyjny 20 generuje impuls do układu przetwarzania i wyświet-

lania cyfrowego 10_g, gdzie kolejne impulsy są zliczane w sposób cyfrowy i wynik wyświetlany.

Zastosowanie: Urządzenie może znaleźć zastosowanie w medycynie przy rehabilitacji do oceny stanu mięśni i oceny prawidłowości prowadzonej kuracji, w sporcie do oceny stanu wytrenowania i prawidłowości stosowanego treningu, w przemyśle obuwniczym przy opracowywaniu modeli obuwia i sprawdzaniu jakości ortopedycznej, oraz w przemyśle meblarskim i samochodowym z punktu widzenia wymagań ergonomii.

Zastrzeżenia patentowe

1. Sposób automatycznej oceny krzywych nieregularnych, zwłaszcza krzywych elektromiograficznych polegający na analizowaniu informacji zawartych w badanym przebiegu i przyporządkowaniu tej informacji określonej cyfry przez przedstawienie badanego przebiegu w postaci sygnałów analogowych, a następnie przetransportowanie ich na ciągi impulsów obrazujących intensywność wielkości charakteryzujących przebieg, które to impulsy zlicza się, przy czym wynik tego zliczania proporcjonalny do intensywności wydzielonych wielkości — w wybranym przedziale czasu i charakteryzujących przebieg, z tym że jako wielkości charakteryzujące badany przebieg wydziela się współczynnik interferencyjności w kanale interferencyjności współczynnik wypełnienia i współczynnik ilości grup w kanale ilości grup, które to wielkości wydziela się jednocześnie drogą przekształcenia badanego przebiegu, **znamienny tym**, że wydziela się w kanale amplitudy szczytowej (k_2) wartość szczytową amplitudy w układzie pomiaru amplitudy (9) a dla wydzielenia współczynnika interferencyjności mierzy się ilość przejść krzywej przez poziomy, które są sterowane wartością szczytową amplitudy, a sumę przejść mnoży się w układzie mnożenia (18) przez współczynnik wypełnienia określany jako stosunek całki z przebiegu w okresie pomiarowym do wartości amplitudy szczytowej.

2. Urządzenie do automatycznej oceny krzywych nieregularnych, zwłaszcza krzywych elektromiograficznych zawierające układ wejściowy oraz kanały pomiarowo-odczytujące, **znamienny tym**, że wprowadzono człon określania modułu (M), który połączony jest z członem amplitudy (A) kanału amplitudy szczytowej (k_2) z tym, że człon określania modułu (M) połączony jest z kanałem interferencyjności (k_1) oraz z kanałem współczynnika wypełnienia (k_3), przy czym kanał współczynnika wypełnienia (k_3) połączony jest dodatkowo z członem określania amplitudy (A) kanałem amplitudy szczytowej (k_2) oraz z układem sterującym pierwszym (U_{SI}) i z kanałem interferencyjności (k_1) a kanał interferencyjności (k_1) połączony jest dodatkowo z kanałem ilości grup (k_4), z członem określania modułu (M), z członem określania amplitudy (A) kanału amplitudy szczytowej (k_2) oraz z układem sterującym pierwszym (U_{SI}) i z układem sterującym drugim (U_{SII}) przy czym układy sterujące (U_{SI} i (U_{SII}) połączone są między sobą.

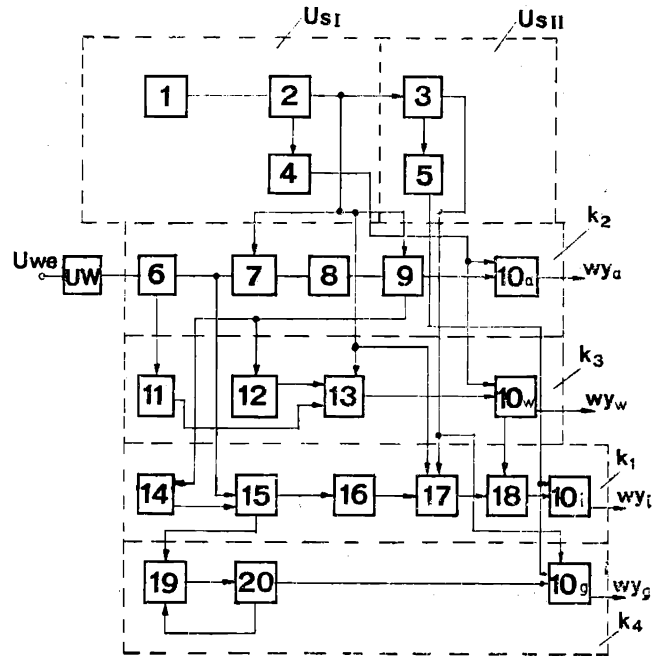


FIG. 1

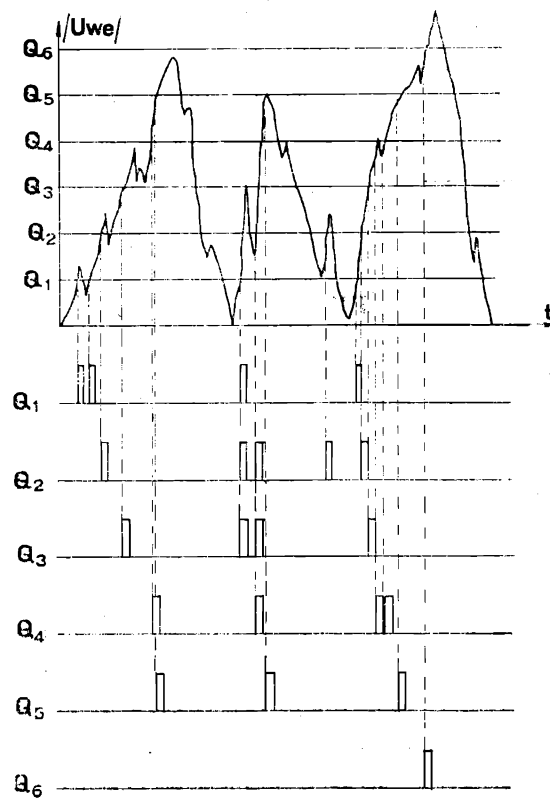


FIG. 2

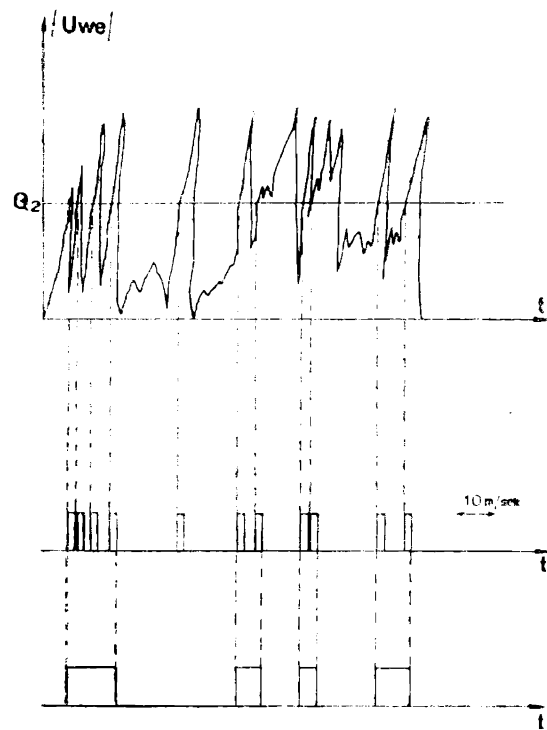


FIG. 3