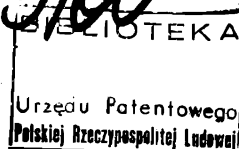


Opis wydano drukiem dnia 4 października 1963 r.



POLSKIEJ RZECZYPOSPOLITEJ LUDOWEJ

OPIS PATENTOWY

Nr 47418

Kl. 21 a⁴, 13
Kl. internat. H 03 b

Zentralinstitut für Kernphysik*)

Rossendorf, Niemiecka Republika Demokratyczna

Generator do wytwarzania drgań cechowanych

Patent trwa od dnia 18 lutego 1961 r.

Pierwszeństwo: 27 lipca 1960 r. (Niemiecka Republika Demokratyczna)

Przedmiotem wynalazku jest generator do wytwarzania cechowanych (włączanych okresowo) drgań o wysokiej częstotliwości, np. 1000 MHz których faza w odniesieniu do przedniej krawędzi impulsu cechującego (włączającego), jest stała.

Znane dotychczas układy generatorów nie odpowiadały wyżej wspomnianym warunkom. Stosowane było sprzężenie zwrotne o dużym współczynniku w celu osiągnięcia prędkiego narastania drgań. Energia drgań istnieje już przed cechowaniem jako energia potencjalna. Przy wysokich częstotliwościach zasada ta wymaga bardzo dużych prądów ustalonych i dlatego jest nieekonomiczna. Problem zamiany zmagazynowanej energii potencjalnej w energię drgań w momencie występowania przedniej krawędzi impulsu cechującego oraz konieczność

magazynowania energii przy użyciu dużych prądów w przypadku wyższych częstotliwości oscylatora, ograniczały możliwość stosowania dotychczas znanych układów.

Inny znany układ działa według zasady, że dodatni impuls cechujący, po uprzednim wzmocnieniu przez stopień wtórnika katodowego, wzbudza oscylator do drgań i jednocześnie włącza go. Początkowo oporność katodowa stopnia wtórnika katodowego występuje jako dodatkowa oporność tłumienia w obwodzie drgań oscylatora włączona szeregowo do pojemności obwodu, dzięki czemu obwód zostaje silnie stłumiony i oscylator nie drga. Impuls prostokątny na oporności katodowej tego stopnia wywołuje bodziec napięciowy, który z kolei działa na obwód tak, że tłumienie tego obwodu zostaje silnie zmniejszone przez oporność stopnia (nie uwidoczniła na fig. 1) wtórnika katodowego włączoną równolegle do oporności katodowej, wskutek czego oscylator drga. Ale układ ma tę

*) Właściciel patentu oświadczył, że twórcą wynalazku jest Kurt Schöps.

wadę, że przy wyższych częstotliwościach nie oscyluje. Górną granicą oscylacji są drgania o częstotliwości 20 MHz. Pojemność wtórnika katodowego włączona równolegle do oporności katodowej wpływa poważnie na oscylację przy wyższych częstotliwościach i nie tłumi obwodu oscylatora. Obwód drga stale i tylko zmienia swoją częstotliwość gdy otrzymuje impuls cechujący.

Te wady znanych generatorów zostały usunięte przez to, że według wynalazku impulsy cechujące o stromej przedniej krawędzi włączają lampę oscylacyjną, która przenosi impulsy do obwodu drgań o dużej dobroci i dużym stosunku L/C, który łatwo daje się wzbudzić.

Generator według wynalazku pozwala na cechowanie oscylacji o najwyższych częstotliwościach i ponadto ma zalety opisane poniżej.

Włączanie oscylatora następuje za pomocą dodatniej krawędzi impulsu włączającego, a wyłączenie za pomocą ujemnej krawędzi tegoż impulsu. Czas trwania oraz częstość powtarzania impulsów włączających nie są ograniczone przez układ połączeń według wynalazku. Przejście z jednej częstotliwości oscylatora na inną następuje według wynalazku za pomocą prostego przełączenia. Np. przy przełączaniu częstotliwości oscylatora z 100 Hz na 100 MHz jedynie obwód oscylatora zostaje odłączony lub dodany do całego układu za pomocą dwóch zestyków przełączających. Stałość częstotliwości jest bardzo duża, gdyż według wynalazku zastosowane są obwody o dużej dobroci, a współczynnik sprzężenia zwrotnego może być niewiele większy od jedności. Układ tak jest wykonany, że amplituda oscylacji osiąga swoją pełną wartość już podczas pierwszej półfali, przy czym podczas całego czasu załączania pozostaje stała, a następnie spontanicznie się wyłącza tzn. w ułamku okresu oscylacji osiąga wartość zero. Opóźnienia występujące przy mniej stromych krawędziach impulsów cechujących są stałe. Opóźnienie pierwszej półfali wytworzonych drgań oscylatora, względem krawędzi impulsu cechującego, może być dowolnie małe.

Generator według wynalazku pozwala na cechowanie bardzo wielkich częstotliwości oscylatora, np. 1000 MHz. Przy impulsie prostokątnym na wejściu, pozbawionym przerostu w amplitudzie, układ połączeń dostarcza podobny impuls na wyjściu również bez przerostu w amplitudzie, na który nakłada się drgania oscylatora o stałej amplitudzie.

Zestawienie tych bardzo korzystnych właściwości pozwala wnioskować, że układ połączeń według wynalazku znajduje swe główne zastosowanie w nanosekundowej technice pomiarowej.

Przykład wykonania wynalazku jest uwidoczniony na rysunku, na którym fig. 1 przedstawia układ generatora do wytwarzania drgań cechowanych, który pracuje w oscylografie katodowym jako generator impulsów znacznikowych, na fig. 2a impuls cechujący na wejściu układu, fig. 2b — impuls na anodzie lampy 4 bez uwzględnienia czynnego oscylatora, fig. 2c — przebieg impulsu na anodzie lampy 6, przy czynnym oscylatorze, fig. 2d — przebieg impulsu na anodzie lampy 13 przy czynnym oscylatorze.

Jak zostało uwidocznione na fig. 1 z generatora relaksacyjnego dodatni impuls prostokątny według fig. 2a zostaje dostarczony jako impuls cechujący. Czas trwania impulsu odpowiada czasowi narastania napięcia odchylającego. Według fig. 1 impuls cechujący przechodzi poprzez zbocznikowany pojemnościowo dzielnik napięcia, składający się z oporników 1 i 3, kondensatora 2 oraz o pojemności wyjściowej lampy 4, nieoznaczonej na rysunku. Ażeby uzyskać mały czas opóźnienia pomiędzy rozpoczęciem odchylania a uruchomieniem znakowania czasu, wejściowy impuls cechujący musi być dostatecznie duży, a napięcie polaryzujące lampy włączającej 4 musi być tak ustawione, że u podstawy wejściowego impulsu cechującego lampy 4 jest zablokowana i tylko część krawędzi impulsu musi przebiec, aż zadziała ograniczenie prądu siatki.

Lampa włączająca 4 w układzie według wynalazku ma do spełnienia jednocześnie dwa zadania: po pierwsze musi powiększyć stromą krawędź wejściowego impulsu cechującego, a po drugie załączyć za pomocą tej krawędzi cechowany oscylator. Powiększenie stromości krawędzi impulsu w lampie 4 następuje według znanej zasady. Podczas przerwy między impulsami lampy włączająca 4 jest zablokowana. Jej nieoznaczona na rysunku pojemność wyjściowa C_a , którą należy uwzględnić pomiędzy anodą a masą, jest pojemnością wyjściową lampy 4 i zostaje naładowana poprzez opornik 5 napięciem $+U_2$. Wraz z dodatnią krawędzią włączającego impulsu płynie prąd anodowy I_a przez lampę 4, który rozładowuje pojemność C_a , dzięki czemu powstaje na anodzie lampy 4

ujemna krawędź impulsu. Prąd anodowy, a tym samym i stromość krawędzi, są wtedy największe, gdy działa właśnie w lampie 4 ograniczenie prądu siatki, w założeniu, że napięcie anodowe na pojemności Ca nie opadnie poniżej napięcia zakrzywienia charakterystyki lampy 4. Za pomocą lampy włączającej 4, pracującej jednocześnie jako lampa powiększająca stromość krawędzi impulsu, można według wynalazku osiągnąć tak duże nachylenie krawędzi, że np. częstotliwość oscylatora powyżej 100 MHz mogą być włączone bez trudu. Dla jeszcze wyższych częstotliwości np. 1000 MHz zachodzi potrzeba włączenia równolegle do lampy 4 dodatkowej lampy powiększającej stromość krawędzi, która sterowana jest różniczkowanym impulsem włączającym. Impuls szpilkowy wytworzony przez tę lampę zostaje nałożony na krawędź impulsu o znaku ujemnym tak, że powstaje wyjątkowo stroma krawędź. Za pomocą takiego wytworzonego stromego, ujemnego impulsu (fig. 2b) napięcia anodowego lampy 4 zostaje włączona lampa oscylatora 6, albo jest tym impulsem cechowana. Potencjał na katodzie tej lampy, który podczas przerwy między impulsami miał napięcie $-U_2$, zostaje przez podwyższoną krawędź impulsu doprowadzony do bardziej ujemnej wartości i osiąga potencjał siatki wyregulowany za pomocą dzielnika napięcia składającego się z oporników 12, 8 i 7. Ten potencjał siatki został ustalony tak, że włączanie lampy oscylatora 6 następuje przy największej stromości krawędzi ujemnego impulsu pochodzącego z lampy 4. Lampa oscylatora 6 ma za zadania tę najbardziej stromą część impulsu przenieść poprzez styki przełączające 24 i 25 w celu pobudzenia obwodu drgań, utrzymując te drgania w ciągu czasu trwania impulsu cechującego i gasząc je za pomocą podwójnej diody 10 w chwili gdy impuls zanikł.

Działanie lampy oscylatora 6 zostaje opisane poniżej.

Ażeby w jakimś obwodzie drgającym wzbudzić albo zgasić duże amplitudy drgań przy użyciu niewielkiej energii, stosunek L/C musi być odpowiednio duży. Dlatego też na obwód oscylatora został wybrany obwód typu π , gdyż w takim obwodzie można korzystać z najmniejszych pojemności. Do wytworzenia bardzo wielkich częstotliwości zbędna jest dodatkowa pojemność 27 włączona równolegle do indukcyjności 26 i jako pojemność obwodu drgań działają nie dające się pominąć pojemności rozpro-

szone układu oraz pojemności międzyelektrodowe lampy 6, które włączają się po części w obwód szeregowo. Do utrzymania stałości częstotliwości oscylatora wymagana jest duża dobroć obwodu oraz mały współczynnik sprzężenia zwrotnego. W tym celu dobrano tak duże wartości oporności 7, 8, 11, 14 i 16 oraz włączono oporność 12 do odczepu cewki 26, że tłumienność obwodu oscylatora jest mała. Zwrotne sprzężenie powstaje wskutek międzyelektrodowych pojemności lampy 6 (pojemność „anoda-katoda“ i „siatka-katoda“) oraz w razie potrzeby przez włączenie dodatkowej pojemności zewnętrznej. Dzielnik napięcia, składający się z oporności 12, 8 i 7, potrzebny do regulacji potencjału siatki lampy 6, ma równolegle do oporności 8 pojemność 9, której wielkość jest dobrana tak, że gałąź sprzężenia zwrotnego obwodu oscylatora w kierunku siatki sterującej nie ma wpływu na częstotliwość i nie wymaga żadnej zmiany w razie przejścia na inną częstotliwość oscylacji. Podczas przerwy między impulsami płynie prąd z $+U_3$ poprzez oporność 11 i obie diody lampy 10 do $+U_2$. Wskutek przewodzenia diod obwód drgań będzie aperiodycznie tłumiony. Dostarczony z lampy 4 prostokątny impuls cechujący o stromej ujemnej krawędzi przedniej częściowo odprowadzony z lampy 4 ujawnia się na oporności 12 jako impuls ujemny, który wywołuje natychmiastową blokadę obu diod lampy 10 tak, że stałe tłumienie obwodu drgań, spowodowane przez te diody, wyłącza się podczas przerwy między impulsami. Jednocześnie stroma krawędź impulsu włącza obwód drgań tak, że drganie oscylatora na anodzie lampy 6 ma kształt półfali ujemnej, a na siatce sterującej tej lampy kształt półfali dodatniej zgodnie z warunkiem sprzężenia zwrotnego.

W układzie generatora według wynalazku już pierwsza półfala drgań osiąga maksymalną wartość amplitudy, przy czym wszystkie drgania są ograniczane przez lampę 10 (fig. 2c). Wartość ograniczonej amplitudy zależy od prądu anodowego lampy 6, który wywołuje spadek napięcia na oporności 12 a tym samym — ujemny potencjał na diodach lampy 10. Z chwilą kiedy kończy się impuls cechujący, lampa 6 zostaje zablokowana. Wstępny ujemny potencjał zanika na diodach łącznie z prądem anodowym lampy 6. Prąd płynący z $+U_3$ poprzez oporność 11 i diody do $+U_2$ czyni diody znowu przewodzące. Obwód drgań jest tłumiony tak, że drgania są zdławione w ułamku okresu, a nie zanikają

powoli jak w drganiach tłumionych (fig. 2c). Stałe tłumienie, wywołane przez diody, wyłącza się za pomocą prądu anodowego lampy 6 automatycznie w czasie trwania impulsu cechującego a gdy kończy się ten impuls włącza się ono z powrotem w obwód drgań. Przez ograniczenie amplitudy za pomocą diod otrzymuje się drgania o stałej wartości amplitudy przez co nie dopuszcza się do stopniowych przerostów amplitud.

Przez ograniczenie diodowe powstaje przekształcenie krzywych, które dla generatora cechującego czas jest bardzo korzystne. W celu otrzymania jednakowych znaczników czasu lampy oscylograficzna 20 musi być sterowana w siatce 1 jednostronnie spłaszczonej krzywą sinusoidalną. Taką krzywą dostarcza lampa końcowa 13 (fig. 2d) pracująca w układzie klasy C. Na jej siatkę sterującą dostają się prostokątne impulsy ujemne z anody lampy 6 poprzez dzielnik napięcia, składający się z oporników 14 i 16, zbocznikowany pojemnością 15 i nieoznaczoną na rysunku pojemnością wejściową lampy 13, przy czym na te impulsy nakładane są drgania oscylatora (fig. 2c). Wartość pojemności 15 jest tak dobrana, że dzielnik napięcia nie reaguje na zmianę częstotliwości i impulsy prostokątne o mniejszej częstotliwości oraz o krótszym czasie trwania przedostają się bez zniekształceń do siatki sterującej lampy końcowej 13. Tak samo nie reaguje na zmiany częstotliwości dzielnik napięcia włączony pomiędzy lampę 13 i 20, składający się z oporników 17 i 19, pojemności 18 oraz nieoznaczonej na rysunku pojemności wejściowej lampy 20. Ażby w lampie 13 utrzymać osiągnięte przekształcenie krzywych wskazane jest aby oporność opornika 21 była wystarczająco mała z uwagi na szkodliwe pojemności. Dla przenoszenia najwyższych częstotliwości na siatkę sterującą lampy oscylograficznej 20 jako oporność służy obwód typu π składający się z indukcyjności 22, pojemności wyjściowej lampy 13 oraz pojemności wejściowej lampy 20, nie oznaczonych na rysunku. Jako oporność dla mniejszej częstotliwości drgań służy silnie tłumiony przez oporność opornika 21 równoległy obwód rezonansowy, składający się z indukcyjności 23, pojemności wejściowej lampy 13 i pojemności wejściowej lampy 20. Obydwa obwody rezonansowe są nastrojone na drugą harmoniczną częstotliwości drgań oscylatora, w celu utrzymania osiągniętych przekształceń krzywych obu najwyższych częstotliwości drgań oscylatora. Nadmieniam, że między stykami przelą-

czającymi 24 i 25 można włączyć, zamiast obwodu oscylacyjnego, kombinację oporności, jeżeli lampa oscylograficzna 20 ma pracować bez cechowania czasu.

Zastrzeżenia patentowe

1. Generator do wytwarzania oscylacyjnych drgań cechowanych o wysokiej częstotliwości i dużej stałości, których faza w stosunku do krawędzi przedniej impulsu cechującego jest stała, znamieny tym, że zawiera znaną lampę oscylacyjną i jeden albo kilka oddzielnych znanych obwodów drgań do włączania, przy czym te elementy są tak połączone, że ujemne impulsy cechujące ze stromą przednią krawędzią są doprowadzane do katody lampy oscylacyjnej, a potencjał siatki sterującej poprzez dzielnik napięcia zostaje zablokowany albo też dodatni impuls cechujący ze stromą przednią krawędzią zostaje doprowadzony do siatki sterującej lampy oscylacyjnej, podczas gdy potencjał katody jest zablokowany, przy czym impulsy cechujące ze stromą krawędzią zostają przeniesione z lampy oscylacyjnej do obwodu drgań załączonego do anody i za pomocą przedniej krawędzi impulsu pobudzają do drgań obwód lampy oscylacyjnej z sprzężeniem zwrotnym.
2. Generator według zastrz. 1, znamieny tym, że zawiera dodatkową lampę wzmacniającą przy czym ta lampa jest tak połączona, że do siatki sterującej jest doprowadzony dodatni impuls cechujący a z jej anody wzmocniony ujemny impuls z podniesioną przednią krawędzią dochodzi do katody lampy oscylacyjnej.
3. Generator według zastrz. 2, znamieny tym, że do lampy wzmacniającej, która wzmacnia impulsy cechujące i podnosi przednią krawędź, w celu uzyskania bardzo podniesionej stromej krawędzi włącza się równolegle dodatkową lampę wzmacniającą w taki sposób, że do jej siatki sterującej doprowadza się zróżniczkowany dodatni impuls cechujący a powstały na jej anodzie ujemny stromy impuls osiilkowy nakłada się na ujemny impuls cechujący, który doprowadza się następnie do katody lampy oscylacyjnej.
4. Generator według zastrz. 1 — 3, znamieny tym, że zawiera dwie diody tak sterowane impulsami cechującymi przenoszonymi przez lampę oscylacyjną, że w czasie przerwy impulsów diody te tłumią obwód oscylacyjny

aperiodycznie a w czasie trwania impulsów ograniczają amplitudę drgań oscylacyjnych, przy czym obwody oscylacyjne są układami typu π w celu osiągnięcia dużego stosunku L/C przy bardzo wielkich częstotliwościach. Generator według zastrz. 1 — 4, znamieny tym, że zawiera obwód, który składa się z oporności omowej i równoległego obwodu rezonansowego dla drugiej co do wielkości częstotliwości oscylacji, który to obwód jest

nastrojony na częstotliwość podstawową albo jedną z jej harmoniczných oraz zawiera obwód typu π dla największej częstotliwości oscylacji, nastrojony na tę częstotliwość albo jej harmoniczną.

Zentralinstitut für Kernphysik

Zastępca: mgr Józef Kamiński
rzecznik patentowy

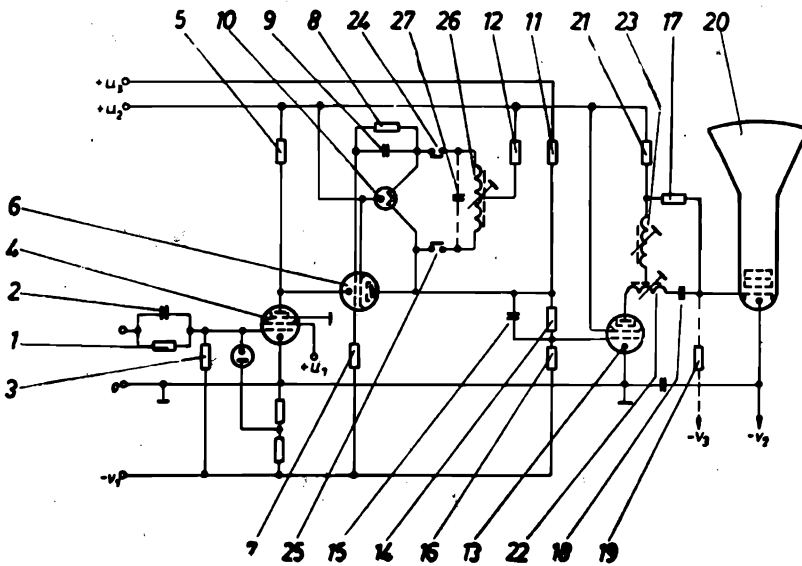


Fig 1

