

Warszawa, 13 czerwca 1939 r.

URZĄD PATENTOWY



RZECZYPOSPOLITEJ POLSKIEJ OPIS PATENTOWY

Nr 28285.

Kl. 42 o, 19.

Mathias Oluf Jørgensen
(Kopenhaga, Dania)
i Marius Peter Weibel
(Kopenhaga, Dania).

Chronograf kondensatorowy do mierzenia krótkich odstępów czasu.

Zgłoszono 31 grudnia 1935 r.

Udzielono 5 kwietnia 1939 r.

Pierwszeństwo: 2 stycznia 1935 r. dla zastrz. 3, 4 (Dania); 31 października 1935 r. dla zastrz. 1, 2, 5 (Niemcy).

Wynalazek dotyczy chronografu kondensatorowego do mierzenia krótkich odstępów czasu, zwłaszcza przy wyznaczaniu szybkości ciał, szybko się poruszających, np. pocisków.

Do mierzenia bardzo krótkich odstępów czasu, np. do mierzenia szybkości pocisków, znane są urządzenia mechaniczne i elektryczne. W urządzeniach elektrycznych jako przyrząd wskazujący stosuje się galwanometr balistyczny, który dzięki długiemu okresowi wahań własnych nadaje się do mierzenia krótkich uderzeń prądu, przy czym wychylenie skazówki odpowiada ilości elektryczności, która przepłynęła

przez przyrząd. Urządzenia takiego nie można jednak wykonać jako przenośnego, gdyż galwanometr musi mieć czułość dostateczną do pomiarów dokładnych, wskutek czego urządzenie jest zasadniczo ograniczone do użytku laboratoryjnego.

Proponowano dalej stosować do tego celu chronografy kondensatorowe, w których kondensator o znanej pojemności zostaje w ciągu mierzonego odstępu czasu częściowo naładowany lub rozładowany przez bezindukcyjny opornik o znanej oporności. Przerwanie np. pociskiem jednego styku rozpoczyna ładowanie lub rozładowywanie, wskutek czego napięcie kon-

densatora zmienia się według znanej funkcji wykładniczej czasu. Przerwanie następnie drugiego styku przerywa obwód ładowania lub rozładowywania, a kondensator pozostaje pod napięciem takim, jakie przybrał po upływie mierzonego odstępu czasu.

Końcową wartość napięcia względnie ładunku kondensatora można zmierzyć woltomierzem lampowym lub galwanometrem balistycznym, dokładność jednak pomiaru zależy od niezmienności napięcia baterii i wycechowania miernika; niezmienności tej nie ma np. woltomierz lampowy.

Wynalazek usuwa te wady i polega na tym, że napięcie kondensatora porównywa się z napięciem baterii za pomocą dzielnika napięcia. W jednej z odmian chronografu według wynalazku nie mierzy się przy tym wprost napięcia kondensatora, lecz — dla zwiększenia dokładności pomiaru — różnicę między napięciem kondensatora a napięciem baterii lub określoną jego częścią.

Kondensatory wykazują, jak wiadomo, tak zwane zjawisko doładowywania, to jest zjawisko następujące. Jeżeli kondensator po uprzednim rozładowaniu szybko naładować do pewnego napięcia, to po jego odłączeniu napięcie to nie pozostaje stałe, nawet jeżeli izolacja jest bez zarzutu, lecz początkowo maleje i ustala się dopiero po upływie pewnego czasu. Ustalenie to zachodzi więc przy napięciu nieco niższym od napięcia, do którego kondensator doszedł w krótkim czasie ładowania, i to niższe napięcie zostaje odczytane na przyrządzie pomiarowym. Analogicznie kondensator rozładowywany i zaraz potem odłączony wykazuje pewien wzrost napięcia.

Zjawisko doładowywania się kondensatora pomiarowego kompensuje się według wynalazku za pomocą kondensatora kompensacyjnego o mniej więcej takich samych właściwościach doładowywania;

kondensator kompensacyjny ładuje się uprzednio mniej więcej do tego napięcia, do którego dochodzi kondensator pomiarowy, po czym bezpośrednio po upływie mierzonego odstępu czasu zwiera się kondensator kompensacyjny na krótki czas, a następnie włącza go się w szereg z kondensatorem pomiarowym, tak iż suma napięć obu kondensatorów pozostaje mniej więcej stała.

Chronograf według wynalazku może zawierać przekaźnik, który natychmiast po upływie mierzonego odstępu czasu odłącza przewody, łączące kondensator pomiarowy ze stykami, wyznaczającymi początek i koniec mierzonego odstępu czasu, a jest zarządzany lampą elektronową, której napięcie siatkowe staje się ujemne w chwili przerwania tego styku, którego przerwanie wyznacza koniec mierzonego odstępu czasu.

Rysunek przedstawia trzy przykłady znanych chronografów kondensatorowych i cztery przykłady chronografu według wynalazku. Fig. 1 — 3 przedstawiają układy połączeń znanych chronografów kondensatorowych, a fig. 4 — 7 — układy połączeń chronografów według wynalazku.

W chronografie według fig. 1 bateria *B* jest połączona szeregowo z opornikiem *R*, stykiem *11* i kondensatorem *C*. W chwili początkowej mierzonego odstępu czasu styk *11* zostaje zamknięty. Prąd z baterii *B* ładuje kondensator *C* przez opornik *R*. W chwili końcowej mierzonego odstępu czasu styk *11* zostaje znów otwarty, a ładowanie kondensatora *C* — przerwane. Z napięcia kondensatora *C* można w znany sposób obliczyć długość odstępu czasu.

W chronografie według fig. 2 ładowanie kondensatora *C* zaczyna się w chwili przerwania styku *1*, przerywanego np. pociskiem, a kończy w chwili przerwania styku *2*.

W chronografie według fig. 3 styki *1* i *2* są przed pomiarem zamknięte, a konden-

sator C jest naładowany pełnym napięciem baterii B . W chwili początkowej mierzonego odstępu czasu styk 1 zostaje przerwany, a kondensator C zaczyna się rozładowywać przez opornik R . W chwili końcowej zostaje przerwany styk 2, co kończy rozładowywanie kondensatora C .

Jak już wspomniano, urządzenia znane mają tę wadę, że napięcie lub ładunek kondensatora trzeba mierzyć bezwzględnie, wskutek czego dla osiągnięcia dużej dokładności pomiaru konieczne są czułe przyrządy pomiarowe, których wskazania odznaczają się stale dużym stopniem pewności.

Chronograf według fig. 4 różni się od chronografu według fig. 2 dzielnikiem napięcia D , przyłączonym do zacisków k_1 , k_2 baterii B i mającym dwa styki ślizgowe s_1 , s_2 ; każdy z nich dzieli dzielnik na dwie części, których stosunek oporności daje się odczytać. Styki ślizgowe są połączone dwubiegunowym przełącznikiem O z trójelektrodową lampą elektronową A o anodzie P , siatce G i katodzie T . W obwód anodowy lampy elektronowej A włączony jest amperomierz M i bateria anodowa E . W górnym położeniu przełącznika O , przedstawionym liniami pełnymi, siatka G lampy elektronowej A jest połączona z górnym stykiem ślizgowym s_1 dzielnika napięcia D , katoda zaś T — z dolnym zaciskiem k_3 kondensatora C . W tym położeniu przełącznika O napięcie między siatką G a katodą T jest różnicą między określoną częścią napięcia baterii B , wyznaczoną stosunkiem podziałowym dzielnika napięcia, a napięciem kondensatora C . Przez odpowiedni wybór opornika R i kondensatora C oraz nastawienie styku ślizgowego s_1 , odpowiednio do długości mierzonego odstępu czasu, można napięciu siatki G lampy elektronowej A względem katody T nadać wartość, odpowiednią dla pomiaru. Napięcie to można by odczytać na amperomierzu M , jeżeli znana jest zależność

prądu anodowego lampy elektronowej A od napięcia siatki. Znając napięcie baterii B można obliczyć długość zmierzonego odstępu czasu.

Korzystanie z zależności prądu anodowego lampy elektronowej A od napięcia siatki jest jednak niepożądane, gdyż wymagałoby dokładnego regulowania prądu żarzenia i napięcia anodowego. Przełącznik O pozwala je ominąć przez przestawianie przełącznika O bezpośrednio po każdym pomiarze w położenie dolne, przedstawione liniami przerywanymi, i nastawianie amperomierza M dolnym stykiem ślizgowym s_2 na to samo wychylenie, które odczytano przy położeniu górnym przełącznika O . W ten sposób napięcie pomiarowe odczytuje się jako określoną część napięcia baterii, tak iż zbędne jest odczytywanie bezwzględnej wysokości napięcia baterii, gdyż mierzony odstęp czasu określony jest wartością oporności opornika R i pojemności kondensatora C oraz położeniem obu styków ślizgowych s_1 , s_2 .

Dzielnik napięcia D gra rolę podwójną. Po pierwsze umożliwia dobór odpowiedniego napięcia pomiarowego między stykiem ślizgowym s_1 a zaciskiem k_3 przez utworzenie różnicy między napięciem kondensatora a określoną częścią napięcia baterii, podczas gdy dotychczas mierzono samo napięcie kondensatora; napięcie pomiarowe może być dzięki temu bardzo nieznaczne w porównaniu z napięciem kondensatora, a wskutek tego nie potrzeba go mierzyć z tak dużą dokładnością. Po drugie można za pomocą przełącznika O mierzyć stosunek napięcia pomiarowego do napięcia baterii, tak iż pomiar jest niezależny od bezwzględnej wysokości napięcia obu baterii B , E oraz od prądu żarzenia. Obie te role dzielnika napięcia D są niezależne i można go używać w każdej z nich oddzielnie, bądź porównyując z napięciem baterii samo napięcie kondensatora, bądź mierząc sposobem innym różnicę

między napięciem kondensatora a określoną częścią napięcia baterii.

Dzielnik napięcia może mieć trzeci styk ślizgowy, położony pod stykiem s_2 na fig. 4; przy dolnym położeniu przełącznika O katoda nie jest w tym przypadku połączona z zaciskiem k_2 , lecz z tym trzecim stykiem, przy czym styk s_2 służy do nastawiania z grubsza, a trzeci styk — do nastawiania dokładnego.

Należy jeszcze zauważyć, że w chronografie według fig. 4 przy przekładaniu przełącznika O połączenie z siatką G zostaje przełożone ze styku s_1 na styk s_2 ; można więc zastąpić te dwa styki jednym stykiem ślizgowym, przesuwającym w chwili przekładania przełącznika, który jest w tej odmianie jednobiegunowy. Przy zachowaniu przełącznika dwubiegunowego stosunek podziałowy styku s_1 nie zawsze musi być zmienny, styk ślizgowy s_1 można więc zastąpić zaczepem stałym.

Lampę elektronową z amperomierzem w obwodzie anodowym można zastąpić galwanometrem balistycznym. Ponieważ napięcia nie trzeba mierzyć z dokładnością tą samą, jak w przypadku, gdy mierzy się samo napięcie kondensatora, można użyć galwanometru przenośnego o dokładności mniejszej, niż przyrząd laboratoryjny.

Chronograf według fig. 5 różni się od chronografu według fig. 4 tym, że lampę elektronową z amperomierzem i baterią anodową zastępuje galwanometr balistyczny BG , którego jeden zacisk jest bezpośrednio połączony z dolnym zaciskiem k_3 kondensatora C , przy czym przełącznik O_1 jest jednobiegunowy, w przewód zaś między drugim zaciskiem galwanometru BG a przełącznikiem O_1 włączony jest styk 3.

Pomiaru napięcia pomiarowego, czyli napięcia między stykiem ślizgowym s_1 a dolnym zaciskiem k_3 kondensatora C , dokonuje się w ten sposób, że przy górnym położeniu przełącznika O_1 zamyka się na

chwile styk 3. Napięcie kondensatora C zmienia się przy tym od wartości, jaką przybrało w mierzonym odstępie czasu, do napięcia między stykiem ślizgowym s_1 a zaciskiem k_2 , to jest o wielkość równą napięciu pomiarowemu, przy czym przez galwanometr BG przepływa ładunek, równy iloczynowi tego napięcia przez pojemność kondensatora C . Jeżeli znana jest zależność wychylenia galwanometru BG od ładunku, który przezeń przepłynął, to można określić napięcie pomiarowe, a znając napięcie baterii B można by już stąd obliczyć długość mierzonego odstępu czasu.

Zamiast tego przekłada się po odczytaniu wychylenia galwanometru BG przełącznik O_1 w położenie dolne i, po uprzednim rozładowaniu kondensatora C , np. przez krótkotrwałe zamknięcie styku 1, znów zamyka się styk 3. Kondensator ładuje się przy tym od zera do określonej części napięcia baterii, wyznaczonej położeniem styku ślizgowego s_2 , przy czym przez galwanometr BG przepływa ładunek, równy iloczynowi tego napięcia przez pojemność kondensatora C .

Drugie wychylenie galwanometru BG ma się do pierwszego wychylenia tak, jak znane napięcie częściowe do napięcia pomiarowego. Pomiar nie zależy więc ani od bezwzględnej wysokości napięcia baterii B , ani od stałej galwanometru BG .

Drugiego pomiaru można też dokonać w ten sposób, że kondensator naprzód ładuje się znanym napięciem częściowym, a potem rozładowuje go przez galwanometr.

Chronografy według fig. 4 i 5 wymagają bardzo dobrej izolacji poszczególnych części względem siebie i względem ziemi, kondensator C musi bowiem zachowywać napięcie względnie ładunek bez zmiany aż do odczytania amperomierza M (fig. 4) względnie zamknięcia styku 3 (fig. 5). Dla części, umieszczonych w obudowie przyrządu, można dobrą izolację osiągnąć stosunkowo łatwo. Przy pomiarze jednak np.

szybkości pocisku styki muszą być umieszczone w pewnej odległości od obudowy przyrządu i być z nim połączone przewodami odpowiedniej długości, tak że trudno o ich dostateczną izolację.

By zapobiec rozładowywaniu względnie doładowywaniu kondensatora przez przewodność izolacji przewodów i styków, łączy się, gdy tylko przerwał się styk 2, te przewody od przyrządu przełącznikiem. Przełączniki takie mogą być włączone stykami w jeden lub kilka przewodów, może też być jeden przełącznik z kilkoma stykami dla kilku przewodów.

Chronograf według fig. 6 ma jeden taki przełącznik Sp , rozrządzany lampą elektronową A_1 . Siatka G_1 lampy elektronowej A_1 jest przyłączona do zacisku k_4 , leżącego między opornikiem R a stykiem 2, jej zaś katoda T_1 — do zacisku k_3 . W obwód anodowy lampy A_1 , zawierający baterię E_1 , włączona jest cewka przełącznika Sp . Jego kotwiczka H , osadzona na sprężynie F , rozrządza stykiem 4, włączonym między zacisk k_4 a styk 2. Styki 1, 2 są połączone z resztą przyrządu przewodami L_1 , L_2 , L_3 .

Styki 1 i 2 zostają przed pomiarem zamknięte. Również zostaje zamknięty np. ręcznie styk 4. Siatka G_1 lampy elektronowej A_1 jest bezpośrednio połączona z katodą T_1 ; lampa elektronowa A_1 nie ma napięcia siatkowego i przez cewkę przełącznika Sp płynie prąd, wystarczający do utrzymania styku 4 w stanie zamknięcia. Po przerwaniu styku 2 po zakończeniu mierzonego odstępu czasu otrzymuje siatka G_1 względem katody T_1 napięcie ujemne, równe różnicy między napięciem baterii B a napięciem kondensatora C . Napięcie to ma zawsze pewną wielkość minimalną, gdyż ze względu na dokładność pomiaru kondensator C nie powinien być przy pomiarze ładowany wyżej, niż np. do 0,8 napięcia baterii, w górnej bowiem swej części przebiega krzywa zależności napięcia kondensatora od czasu bardzo płasko. Można zatem

zawsze obrać napięcie baterii B , E_1 tak, by to ujemne napięcie siatki lampy A_1 wystarczało do przerwania prądu anodowego i rozmagnesowania przełącznika Sp , przy czym styk 4 otwiera się i przerywa przewód L_1 .

Zamiast zamykać styk 4 ręcznie, można, po zamknięciu wpierv styku 2, wzbudzać przełącznik Sp , zamykając na chwilę nie przedstawiony na rysunku styk, równoległy do styku 4. Jeżeli chronograf według fig. 6 jest zaopatrzony, na wzór chronografu według fig. 4, w amperomierz, przyłączony za pośrednictwem lampy elektronowej, to obie lampy elektronowe mogą mieć wspólną baterię anodową. Jeżeli jest zaopatrzony, na wzór chronografu według fig. 5, w galwanometr balistyczny, to przełącznik Sp można zastosować i do zamykania po pomiarze styku, odpowiadającego stykowi 3 na fig. 5.

Stwierdzono, że w znanych chronografach według fig. 1 — 3 zachodzi błąd, wywołany tym, że kondensator wykazuje w większym lub mniejszym stopniu zjawisko doładowywania.

Zjawisko doładowywania można skompensować przez zaopatrzenie chronografu w kondensator kompensacyjny. Chronograf taki przedstawia fig. 7. Kondensator kompensacyjny C_1 trzeba dobrać tak, by wskazywał zjawisko doładowywania o natężeniu w przybliżeniu takim samym, jak kondensator pomiarowy C , co przeważnie zachodzi, jeżeli oba kondensatory są tego samego wyrobu. Wielkość kondensatora C_1 jest teoretycznie obojętna, praktycznie stosuje się kondensator kompensacyjny o pojemności rzędu tego samego, co kondensator pomiarowy. Kondensator kompensacyjny C_1 przyłączony jest do kondensatora pomiarowego C za pośrednictwem sprężyn stykowych 5, 6, 7 nie przedstawionego na rysunku przełącznika i jest prócz tego połączony z baterią 8 przez styk 9 i opornik 10 o dużej oporności. Sprężyny styko-

we 5, 6, 7 tworzą styk przełączający, przy czym styk roboczy 6, 7 zostaje zamknięty przed przzerwaniem styku spoczynkowego 5, 6. Poza tym odpowiada układ połączeń układowi chronografu według fig. 4.

Przed pomiarem, gdy zamknięty jest styk spoczynkowy 5, 6, zamyka się styk 9 na czas tak długi, aż kondensator kompensacyjny C_1 naładuje się mniej więcej do napięcia, jakiego należy się spodziewać na kondensatorze pomiarowym C przy pomiarze, co można stwierdzić amperomierzem M za pomocą nie przedstawionego na rysunku przełącznika, który zamienia miejscami kondensatory C_1 , C . Następnie przerywa się styk 9 i przeprowadza pomiar. Bezpośrednio po upływie mierzonego odstępu czasu przekaźnik przekłada sprężynę stykową 6 ze sprężyny 5 na sprężynę 7, przy czym w chwili, gdy sprężyna 6 jeszcze dotyka sprężyny 5 a już dotknęła sprężyny 7, kondensator kompensacyjny C_1 zostaje zwarty i rozładowany. Po przzerwaniu styku 5, 6 kondensator kompensacyjny C_1 jest połączony szeregowo z kondensatorem pomiarowym C . Napięcie kondensatora kompensacyjnego C_1 wzrasta teraz nieco wskutek zjawiska doładowywania, a napięcie kondensatora pomiarowego C nieco się zmniejsza, przy czym dzięki odpowiedniemu doborowi warunków wzrost napięcia pierwszego kondensatora jest równy spadkowi napięcia drugiego, a suma obu napięć pozostaje stała i wychylenie amperomierza M nie ulega zmianie.

Zamiast baterią 8, można przy odpowiednim układzie połączeń ładować kondensator kompensacyjny C_1 baterią B . Nie przedstawionym na fig. 7 przekaźnikiem do rozrządu styków 5, 6, 7 można rozrządzać tak samo, jak przekaźnikiem chronografu według fig. 6.

Zastrzeżenia patentowe.

1. Chronograf kondensatorowy do mierzenia krótkich odstępów czasu, znamien-

ny tym, że do baterii, służącej do ładowania kondensatora pomiarowego, załączony jest dzielnik napięcia, połączony z przyrządem pomiarowym bądź tak, iż za napięcie pomiarowe do wyznaczania stopnia naładowania kondensatora pomiarowego służy różnica między napięciem kondensatora pomiarowego a określoną częścią napięcia baterii, wyznaczoną stosunkiem podziałowym dzielnika napięcia, bądź tak, iż napięcie kondensatora pomiarowego można za pomocą przełącznika porównywać z określoną częścią napięcia baterii, wyznaczoną stosunkiem podziałowym dzielnika napięcia, bądź tak, iż różnicę między napięciem kondensatora pomiarowego a określoną częścią napięcia baterii, wyznaczoną jednym stosunkiem podziałowym dzielnika napięcia, można za pomocą przełącznika porównywać z określoną częścią napięcia baterii, wyznaczoną drugim stosunkiem podziałowym dzielnika napięcia.

2. Chronograf kondensatorowy według zastrz. 1, znamienny tym, że oprócz kondensatora pomiarowego w obwód pomiarowy włączony jest kondensator kompensacyjny o mniej więcej takich samych właściwościach doładowywania, przy czym kondensator kompensacyjny zostaje uprzednio naładowany do potencjału, do którego przy pomiarze dochodzi kondensator pomiarowy, a po skończeniu mierzonego odstępu czasu zostaje on na krótki czas zwarty i wreszcie połączony w szereg z kondensatorem pomiarowym.

3. Chronograf kondensatorowy według zastrz. 1, 2, znamienny tym, że zawiera przekaźnik, który bezpośrednio po skończeniu mierzonego odstępu czasu odłącza co najmniej jeden z przewodów, łączących kondensator pomiarowy ze stykami, wyznaczającymi początek i koniec mierzonego odstępu czasu.

4. Chronograf kondensatorowy według zastrz. 3, znamienny tym, że cewka przekaźnika jest włączona w obwód anodowy

lampy elektronowej, której siatka i katoda są załączone tak, iż w chwili otwarcia styku, wyznaczającego koniec mierzonego odstępu czasu, siatka otrzymuje napięcie ujemne względem katody.

5. Chronograf kondensatorowy według zastrz. 2 — 4, znamienny tym, że kondensator kompensacyjny jest przełączany kontaktami tego przekaźnika, który po

skończeniu mierzonego odstępu czasu odłącza przewody styków, wyznaczających jego początek i koniec.

Mathias Oluf Jørgensen.

Marius Peter Weibel.

Zastępca: Inż. M. Brokman,
rzecznik patentowy.

Fig. 1.

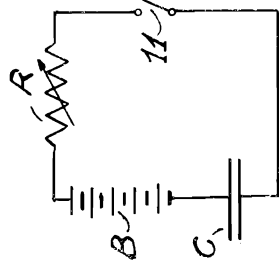


Fig. 2.

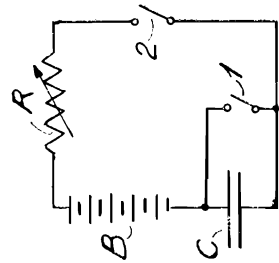


Fig. 3.

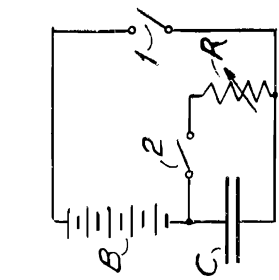


Fig. 4.

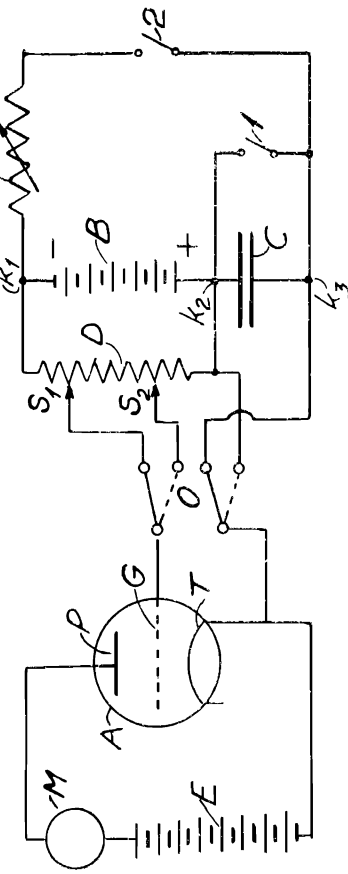


Fig. 5.

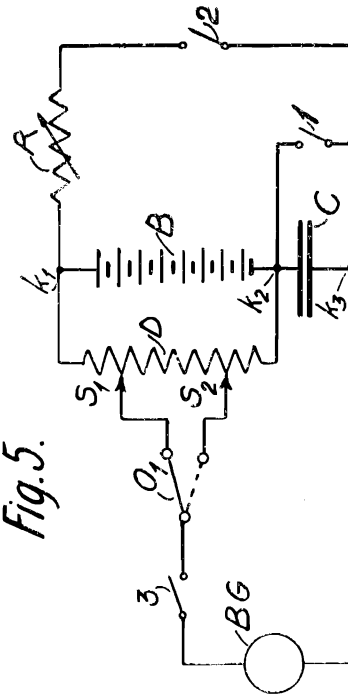


Fig. 6.

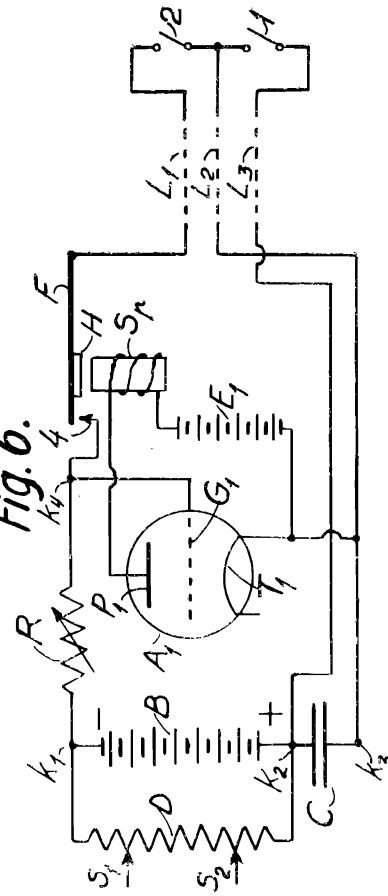


Fig. 7.

