



URZĄD
PATENTOWY
PRL

OPIS PATENTOWY

57547

Patent dodatkowy
do patentu _____

Zgłoszono: 12.XI.1966 (P 117 327)

Pierwszeństwo: _____

Opublikowano: 31.V.1969

Kl. 42 i, 12/05

MKP ~~G 01 h~~

G 06 q 7/56

UKD

Twórca wynalazku: mgr inż. Andrzej Strupczewski

Właściciel patentu: Instytut Badań Jądrowych, Warszawa (Polska)

Sposób określania rozkładów temperatur i przepływu ciepła w stanach ustalonych i nieustalonych za pomocą elektrycznego oporowego układu analogowego oraz układ do stosowania tego sposobu

1

Przedmiotem wynalazku jest sposób określania rozkładów temperatur i przepływu ciepła w stanach ustalonych i nieustalonych za pomocą elektrycznego oporowego układu analogowego oraz układ do stosowania tego sposobu.

Możliwe jest symulowanie zmian parametrów cieplnych ciała, takich jak współczynnik przewodzenia ciepła, pojemność cieplna, generacja ciepła i warunki brzegowe w zależności od temperatury, położenia w przestrzeni i czasie. Istota elektrycznej analogii oporowej polega na wykorzystaniu podobieństwa pomiędzy przepływem prądu elektrycznego w ciele przewodzącym, a przepływem ciepła w ciele stałym. Napięcie elektryczne odpowiada wówczas temperaturze, natężenie prądu — natężeniu strumienia ciepła, a opór elektryczny oporowi cieplnemu.

Tak więc posiadając materiał przewodzący prąd elektryczny i przykładając na brzegach odpowiednie napięcie lub natężenie prądu dla symulacji rzeczywistych warunków brzegowych można zbadać rozkład temperatur w badanym ciele, mierząc rozkład napięć w układzie analogowym. Przy realizacji układu analogowego na miejsce przewodzącego ciepła ciała stałego można wprowadzić ciało przewodzące prąd elektryczny o tym samym kształcie geometrycznym, lub też zastąpić je siecią oporów elektrycznych, wykonanych w postaci oporników lub potencjometrów, tworzących układ o podobnym kształcie.

2

Miejsca w których sąsiednie oporniki łączą się ze sobą tworzą węzły sieci. Jeżeli w rozpatrywanym ciele występują wewnętrzne źródła ciepła, do węzłów siatki doprowadza się prądy elektryczne, do węzłów siatki doprowadza się prądy elektryczne, 5 do równoważne ilości ciepła generowanej w objętości ciała reprezentowanej przez dany węzeł.

W przypadku stanów nieustalonych, dla symulacji grzania węzła sieci oporowej, to znaczy dla symulacji gromadzenia ciepła w pewnej objętości ciała stałego reprezentowanej przez ten węzeł, 10 można połączyć go z węzłem zasilającym o niższym napięciu poprzez odpowiedni opornik. Wówczas prąd płynący przez ten opornik będzie symulował podgrzewanie węzła sieci oporowej w pewnym przedziale czasu Δt . Wielokrotne powtórzenie tej czynności przy kolejno zmienianym napięciu w węźle zasilającym pozwala na symulację grzania węzła w sieci oporowej w funkcji czasu.

W przypadku generacji ciepła w stanach nieustalonych dotychczas stosowany sposób polegał 20 na podłączeniu do węzła w sieci oporowej drugiego opornika przez który doprowadzono prąd równoważny generacji ciepła w danym węźle. Dla przedstawienia ciał złożonych z wielu węzłów budowano dotychczas sieci oporowe z elementów połączonych ze sobą trwale w określony sposób tak, że dana sieć pozwalała na symulację jednego tylko rodzaju ciał. Dla zbadania innej geometrii układu 25 trzeba było budować nowy układ oporowy.

Celem wynalazku jest maksymalne wykorzysta-

nie każdego elementu oporowego w sieci tak, aby za pomocą małej liczby elementów oporowych można było symulować ciała o złożonych kształtach i używać jednego urządzenia oporowego dla rozwiązania wielu zadań, poprzez wprowadzenie nowego sposobu symulacji wewnętrznych źródeł ciepła w badanych ciałach i nowego sposobu łączenia poszczególnych elementów oporowych w sieć przedstawiającą dane ciało.

Istota wynalazku polega na tym, że generację ciepła w objętości ciała reprezentowanej przez węzeł w sieci oporowej symuluje się doprowadzając do tego węzła prąd przez opornik, który jednocześnie służy do symulacji zmian temperatury tego węzła w funkcji czasu poprzez odpowiedni dobór napięcia zasilającego w węźle zasilającym.

Układ do stosowania sposobu według wynalazku ma postać sieci oporowej zbudowanej z elementów oporowych połączonych trwale z zespołami gniazdek wtykowych, przy czym każdy zespół gniazdek przypada na jeden element oporowy, a połączenie zespołów gniazdek za pomocą ruchomych złączy pozwala symulować dowolne kształty badanych ciał.

Wynalazek został bliżej objaśniony na rysunku, przedstawiającym schemat połączeń jednego węzła sieci oporowej przy symulacji zagadnienia dwuwymiarowego przewodzenia ciepła z wewnętrznymi źródłami ciepła w stanie nieustalonym. Węzeł 1 symulujący pewną odpowiadającą mu objętość ciała stałego jest połączony przez opornik 4 z sąsiednimi węzłami w sieci, symulującymi odpowiednie sąsiednie objętości ciała stałego. Opornik 4 symuluje więc opór przewodzenia ciepła z jednego segmentu ciała stałego do drugiego. Dla symulacji gromadzenia ciepła w węźle 1 służy opornik 3 połączony z punktem o niższym napięciu.

Linie ciągłe na rysunku przedstawiają połączenia trwałe, a linie przerywane połączenia rozłączalne wykonywane odpowiednio do rozwiązywanego problemu. Zamiast przyłączenia do węzła 1 opornika 3 dla symulacji grzania i dodatkowego opornika dla symulacji wewnętrznych źródeł ciepła, w omawianym przykładzie wykorzystuje się jeden tylko element oporowy 3 dla obu celów. Symulację wewnętrznych źródeł ciepła dokonuje się przez odpowiednią zmianę napięcia jakie należy nastawić w punkcie 2.

Napięcie to jest określone wzorem:

$$V_2 = V_{1,n-1} + R_s \cdot i_g$$

gdzie

V_2 oznacza napięcie w węźle 2 dla czasu $n\Delta t$,
 $V_{1,n-1}$ — napięcie w węźle 1 odczytane po czasie $(n-1)\Delta t$,

R_s — wartość oporu łączącego punkty 1 i 2,
 i_g — prąd symulujący generację ciepła w węźle 1.

Wartość oporu 3 i prądu i_g można obliczyć dla poszczególnych przypadków na podstawie zastąpienia różnicowej postaci równoważnika Fouriera oporowym układem analogowym. Przy tym sposobie symulacji wewnętrznych źródeł lub upustów ciepła napięcie węzła 1 jest określone dokładnie dla każdego przedziału czasu od $(n-1)\Delta t$ do nt na podstawie znajomości temperatury napięcia węzła 1 w czasie $(n-1)\Delta t$ i parametrów cieplnych takich jak przewodność cieplna, pojemność cieplna i wewnętrzne źródła ciepła.

Wszystkie te parametry mogą zmieniać się w toku doświadczenia. Zmiany te można łatwo uwzględnić przy proponowanym sposobie symulacji zjawiska. Sieć wykonana jest z precyzyjnych potencjometrów, nie połączonych ze sobą na stałe. Każdy opornik 4 dla symulacji przewodzenia ciepła połączony jest z układem czterech gniazdek wtykowych wydzielonych z reszty układu analogowego, przyłączonych do tablicy połączeń. W tablicy tej można łączyć ze sobą dowolne gniazdko, co umożliwia przyłączenie dowolnego opornika w każde pożądané miejsce budowanego układu. Zapewnia to wykorzystanie wszystkich oporników 4 niezależnie od kształtu symulowanego ciała. Zespoły oporowe 3 dla symulacji grzania i wewnętrznych źródeł ciepła połączone są trwale z punktami 2 o regulowanym napięciu, a końce przyłączone do punktów 1 są wolne i zaopatrzone w gniazdko wtykowe. Umożliwia to przyłączenie tych zespołów oporowych 3 do dowolnych wybranych węzłów sieci.

Ten sam sposób symulacji stosuje się przy budowaniu sieci analogowych dla zjawisk krzepnięcia lub topienia.

Zastrzeżenia patentowe

1. Sposób określania rozkładów temperatur i przepływu ciepła w stanach ustalonych i nieustalonych za pomocą elektrycznego oporowego układu analogowego, **znamienny tym**, że w stanach nieustalonych generację ciepła w objętości ciała reprezentowanej przez węzeł (1) sieci oporowej symuluje się doprowadzając do węzła (1) prąd (i_g) przez opornik (3), który jednocześnie służy do symulacji zmian temperatury węzła (1) w funkcji czasu poprzez odpowiedni dobór napięcia zasilającego w węźle zasilającym (2).
2. Układ do stosowania sposobu według zastrz. 1, **znamienny tym**, że sieć oporowa zbudowana jest z elementów oporowych połączonych trwale z zespołami gniazdek wtykowych, przy czym każdy zespół gniazdek przypada na jeden element oporowy, a zespoły gniazdek są połączone między sobą za pomocą złączy ruchomych, pozwalając symulować dowolne kształty badanych ciał.

