



**URZĄD
PATENTOWY
PRL**

Patent tymczasowy dodatkowy
do patentu nr

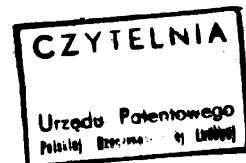
Int. Cl.³ H02H 5/04

Zgłoszono: 10.03.79 (P. 214081)

Pierwszeństwo:

Zgłoszenie ogłoszono: 08.04.80

Opis patentowy opublikowano: 31.12.1982



Twórcy wynalazku: Józef Borecki, Tadeusz Łobos, Jan Pytel

Uprawniony z patentu tymczasowego: Politechnika Wrocławska,
Wrocław (Polska)

Układ zabezpieczenia przeciążeniowego elementów energoelektronicznych

Przedmiotem wynalazku jest układ zabezpieczenia przeciążeniowego elementu energoelektronicznych, a zwłaszcza tyrystorów i diod dużych mocy, pracujących w urządzeniach energoelektrycznych.

Z książki: J. Luciński — „Układy tyrystorowe”, WNT Warszawa 1978 r. znany jest układ zabezpieczenia przeciążeniowego elementów energoelektronicznych, składający się z przekładnika prądowo-napięciowego, którego uzwojenie pierwotne jest połączone równolegle z bocznikiem, włączonym szeregowo w obwód obciążenia zabezpieczanych elementów. Wtórne uzwojenie przekładnika jest połączone poprzez dolnoprzepustowy filtr z wejściem wzmacniacza progowego. Wyjście wzmacniacza jest połączone z członem wykonawczym, który w przypadku przekroczenia dopuszczalnej wartości obciążenia zabezpieczanych elementów, podaje sygnał blokujący człon sterujący zabezpieczanymi elementami. Tak zbudowany układ działa zależnie od wartości prądu obciążenia, natomiast nie uwzględnia rzeczywistej wartości temperatury zabezpieczanych elementów. Charakterystyka prądowa układu zabezpieczenia jest częściowo zależna od wartości prądu obciążenia. Układ nie zapewnia skutecznej ochrony elementów energoelektronicznych przed skutkami przeciążeń, zwłaszcza przy zmieniających się wartościach temperatury otoczenia.

Z książki R. Lappe — „Leistungselektronik”, VEM—Handbuch, Verlag Berlin 1978 r. znany jest układ zabezpieczenia, w którym pierwotne uzwojenie przekładnika prądowego jest włączone w obwód obciążenia urządzenia zawierającego elementy energoelektroniczne, a wtórne uzwojenie przekładnika zasilia przełącznik cieplny o charakterystyce czasowo-prądowej dopasowanej do cieplnej charakterystyki zabezpieczanych elementów, albo model cieplny, odwzorowujący przebiegi cieplne urządzenia, zawierającego zabezpieczane elementy. Czujnik temperatury modelu cieplnego podaje sygnał na człon wykonawczy układu zabezpieczenia.

Zasadniczą niedogodnością układów zabezpieczeń wyposażonych w przełączniki cieplne jest trudność odwzorowania przebiegów cieplnych zabezpieczanych elementów. Ponadto przełącznik cieplny kontroluje przyrost temperatury zabezpieczanych elementów odniesiony do maksymalnej temperatury, a nie rzeczywistą temperaturę tych elementów. Modele cieplne urządzeń, zawierających zabezpieczane elementy, pracują w innych warunkach otoczenia niż samo urządzenie, wskutek czego nie odzwierciedlają rzeczywistej temperatury zabezpieczanych elementów, a tym samym nie zapewniają skutecznej ochrony przed skutkami przeciążeń. Układ zabezpieczenia z modelem cieplnym urządzenia zapewnia ochronę elementów energoelektronicznych w zakresie prądów obciążenia równych około 2,5-krotnej wartości prądu znamionowego. W zakresie małych przeciążeń, ze względu na bezwładność cieplną modelu, zabezpieczenie jest nieskuteczne.

Wynalazek dotyczy układu zabezpieczenia przeciążeniowego elementów energoelektronicznych, zawierającego bocznik włączony w obwód obciążenia zabezpieczanych elementów, oraz mającego człon pomiarowy o wyjściu połączonym z członem wykonawczym.

Istota wynalazku polega na wyposażeniu układu w sondę temperaturową, umieszczoną na radiatorze chłodzącym zabezpieczane elementy i współpracującą z członem pomiaru temperatury. Sonda temperaturowa jest zbudowana w postaci grzejnika elektrycznego, otoczonego izolacją cieplną i metalową obudową. Grzejnik sondy jest połączony z wyjściem wzmacniacza mocy, którego wejście jest połączone poprzez człon nastawczy, człon korygujący charakterystykę prądową i transoptor, z bocznikiem włączonym w obwód obciążenia zabezpieczanych elementów. Korzystne jest oddzielenie sondy temperaturowej od radiatora chłodzącego warstwą izolacji elektrycznej o dobrej przewodności cieplnej. Człon pomiaru temperatury, współpracujący z sondą temperaturową, jest wykonany w postaci komparatora, którego wejścia są połączone równolegle, napięciowe z grzejnikiem sondy i prądowe z bocznikiem pomiarowym, włączonym szeregowo w obwód grzejnika, albo w postaci czujnika fototermicznego, umieszczonego wewnątrz grzejnika sondy, albo w postaci członu mierzącego spadek temperatury między grzejnikiem a obudową sondy i temperaturę radiatora chłodzącego. W tym ostatnim przypadku człon pomiaru temperatury składa się z czujnika termoelektrycznego, którego jedno złącze jest umieszczone wewnątrz uzwojenia grzejnika sondy, a drugie złącze jest zabudowane w obudowie sondy, natomiast wyjście czujnika jest połączone z wejściami dwóch członów progowych. Wyjście jednego członu progowego jest połączone z wyjściem funkтора iloczynu logicznego, stanowiącym wyjście członu pomiaru temperatury, a wyjście drugiego członu progowego jest połączone z jednym z wejść funkтора iloczynu logicznego. Drugie wejście funkтора iloczynu logicznego jest połączone z wyjściem przekaźnika, którego wejście jest połączone z czujnikiem temperatury radiatora chłodzącego.

Układ zabezpieczenia przeciążeniowego według wynalazku skutecznie chroni elementy energoelektroniczne od skutków przeciążeń, niezależnie od szybkości i wartości przeciążeń oraz niezależnie od kształtu prądu obciążenia, warunków chłodzenia i rodzaju pracy elementów energoelektronicznych. Dzięki zastosowaniu sondy temperaturowej, umieszczonej na radiatorze chłodzącym zabezpieczane elementy, oraz zasileniu jej grzejnika, poprzez transoptor, człon korygujący charakterystykę prądową i człon nastawczy, prądem obciążenia zabezpieczanych elementów, możliwy jest pomiar rzeczywistej temperatury złącza elementu zabezpieczanego, gdyż temperatura grzejnika sondy jest równa temperaturze złącza. Dobór materiału izolującego grzejnik sondy oraz dobór materiału uzwojenia grzejnika pozwala na uwzględnienie zmian rezystancji złącza zabezpieczanego elementu w funkcji temperatury, a także na pełne dopasowanie charakterystyk cieplnych sondy i elementu zabezpieczanego. W zależności od sposobu rozwiązania członu mierzącego temperaturę, uzyskuje się informację o rzeczywistej temperaturze złącza zabezpieczanego elementu albo o rzeczywistym spadku temperatury pomiędzy jego złączem a obudową.

Przedmiot wynalazku jest objaśniony w przykładach wykonania na rysunku, na którym fig. 1 przedstawia schemat blokowy układu zabezpieczenia przeciążeniowego dwóch tyrystorów pracujących jako sterownik, fig. 2 — temperaturową sondę w przekroju podłużnym, fig. 3 — schemat blokowy układu zabezpieczenia tyrystora z członem pomiaru temperatury w postaci czujnika fototermicznego, fig. 4 — schemat blokowy układu zabezpieczenia tyrystora z członem pomiaru temperatury wyposażonym w czujnik termoelektryczny, a fig. 5 — temperaturową sondę z czujnikiem termoelektrycznym, w przekroju podłużnym.

Przykład I. Układ zabezpieczenia przeciążeniowego składa się z bocznika 1, włączonego szeregowo w obwód obciążenia dwóch tyrystorów 2, umieszczonych na chłodzącym radiatorze 3 i pracujących jako sterownik. Bocznik 1 jest połączony równolegle z fotoelektryczną diodą, wchodzącą w skład transoptora 4. Fototranzystor tego transoptora 4 jest połączony z wejściem korygującego członu 5, zbudowanego z półprzewodnikowych diod małej mocy i rezystorów. Człon 5 służy do modelowania dynamicznej rezystancji tyrystorów 2 w funkcji prądu obciążenia, a więc koryguje charakterystykę prądową. Wyjście korygującego członu 5 jest połączone poprzez nastawczy człon 6, wykonany w postaci potencjometru, z wejściem wzmacniacza 7 mocy. Wyjście wzmacniacza 7 jest połączone z temperaturową sondą 8, umieszczoną na chłodzącym radiatorze 3, w pobliżu zabezpieczanych tyrystorów 2. Pomiedzy temperaturową sondą 8 a chłodzącym radiatorem 3 znajduje się teflonowa wkładka 9, stanowiąca izolację elektryczną o dobrej przewodności cieplnej. Temperaturowa sonda 8 jest połączona z członem pomiaru temperatury, który składa się z pomiarowego bocznika 10, włączonego szeregowo między wyjście wzmacniacza 7 a temperaturową sondę 8 i połączonego równolegle z prądowym wejściem komparatora 11. Napięciowe wejście komparatora 11 jest połączone równolegle z wejściem temperaturowej sondy 8, a wyjście komparatora 11 jest połączone z wykonawczym członem 12. Temperaturowa sonda 8 jest wykonana w postaci rezystancyjnego grzejnika 13, który stanowi uzwojenie nawinięte bifilarnie i tworzące grubościenny cylinder, przy czym końce tego uzwojenia stanowią wejście temperaturowej sondy 8. Rezystancyjny grzejnik 13 jest umieszczony między warstwami 14 izolacji cieplnej, a całość jest otoczona metalową obudową 15, przy czym między bocznymi ścianami grzejnika 13 a bocznymi ścianami obudowy 15 jest pozostawiona wolna przestrzeń, zaś wypełniającą ją powietrze spełnia rolę dodatkowej izolacji cieplnej.

Spadek napięcia na boczniku 1, proporcjonalny do prądu w obwodzie obciążenia tyrystorów 2, jest przenoszony przez transoptor 4, na wejście korygującego członu 5. Transoptor 4 oddziela ponadto galwanicznie obwód obciążenia tyrystorów 2 od reszty elementów układu zabezpieczenia. Korygujący człon 5 zapewnia proporcjonalną zależność strat mocy w grzejniku 13 temperaturowej sondy 8 od strat mocy w tyrystorze 2, natomiast nastawczy człon 6 umożliwia nastawienie żądanej wartości prądu, celem dopasowania charakterystyki sondy 8 do cieplnej charakterystyki tyrystora 2. Prąd płynący przez grzejnik 13 sondy 8 oraz spadek napięcia na grzejniku 13 są podawane na komparator 11. Mierząc stosunek spadku napięcia na grzejniku 13 do prądu płynącego przez niego, uzyskuje się informację o wartości temperatury grzejnika 13. Dzięki temu, że straty mocy w grzejniku 13 sondy 8 są proporcjonalnie zależne od strat mocy w tyrystorze 2, a sonda 8 i tyrystory 2 są umieszczone na wspólnym radiatorze 3, spadek temperatury między obudową tyrystora 2, a jego złączem jest równy spadkowi temperatury między obudową 15 sondy 8 a jej grzejnikiem 13, dla dowolnych wartości prądu obciążenia tyrystora 2. Tak więc zmierzona temperatura grzejnika 13 sondy 8 jest równa temperaturze złącza tyrystora 2, a temperatura ta jest ściśle uzależniona od wartości prądu obciążenia tyrystora. W momencie gdy wartość prądu obciążenia tyrystora jest równa wartości dopuszczalnej, wykonawczy człon 12 podaje impuls blokujący człon sterujący tyrystorami.

Przykład II. Układ zabezpieczenia przeciążeniowego jest zbudowany analogicznie jak opisano w przykładzie pierwszym, z tą różnicą, że do pomiaru temperatury grzejnika 13 temperaturowej sondy 8, stosuje się fototermiczny czujnik 16, który jest umieszczony wewnątrz grzejnika 13 sondy 8 i spełnia rolę członu pomiaru temperatury. Czujnik 16 jest połączony z wykonawczym członem 12, który jest wykonany w postaci wzmacniacza prądu stałego, połączonego z przerzutnikiem.

Działanie układu jest analogiczne jak opisano w przykładzie pierwszym, z tą różnicą, że grzejnik 13 sondy 8 nie jest w tym przypadku wykorzystany jako czujnik pomiaru temperatury, gdyż temperaturę tę mierzy fototermiczny czujnik 16, działający na promieniowanie podczerwone.

Przykład III. Układ zabezpieczenia przeciążeniowego tyrystora 2 składa się z bocznika 1, transoptora 4, korygującego członu 5, nastawczego członu 6, wzmacniacza 7 mocy i temperaturowej sondy 8, które są połączone identycznie jak opisano w przykładzie pierwszym. Temperaturowa sonda 8 jest zbudowana analogicznie jak opisano w przykładzie pierwszym, z tą różnicą, że wewnątrz ściany cylindra utworzonego przez uzwojenie grzejnika 13 jest umieszczone jedno złącze termopary 17, wchodzącej w skład członu pomiaru temperatury, a drugie złącze termopary 17 jest zbudowane w dolnej podstawie metalowej obudowy 15. Końcówki termopary 17 są wyprowadzone na zewnątrz sondy 8 i są połączone z wejściami progowych członów 18, 19 o zróżnicowanych progach zadziałania. Progowe człony 18, 19 zawierają wstępny wzmacniacz prądu stałego, który jest połączony z przerzutnikiem. Wyjście pierwszego członu 18 jest połączone z wejściem wykonawczego członu 12, a wyjście drugiego progowego członu 19 jest połączone z jednym z wejść funkтора 20 iloczynu logicznego. Drugie wejście funkтора 20 iloczynu logicznego jest połączone z wyjściem rezystancyjnego przekąźnika 21, którego wejście jest połączone z pozystorowym czujnikiem 22, zamontowanym na chłodzącym radiatorze 3. Wyjście przekąźnika 21 jest ponadto połączone z sygnalizatorem 23, a wyjście funkтора 20 iloczynu logicznego jest połączone z wykonawczym członem 12.

Działanie układu zabezpieczenia jest analogiczne jak opisano w przykładzie pierwszym, z tą różnicą, że zamiast pośredniego pomiaru temperatury złącza tyrystora 2, ma miejsce pośredni pomiar spadku temperatury między złączem a obudową tyrystora 2, a ponadto jest kontrolowana temperatura chłodzącego radiatora 3. W stanach wolnych i małych przeciążeń, w momencie gdy temperatura radiatora 3 przekracza wartość dopuszczalną, rezystancyjny przekąźnik 21 podaje impuls na sygnalizator 23 oraz na drugie wejście funkтора 20 iloczynu logicznego. Gdy spadek temperatury między grzejnikiem 13, a obudową 15 sondy przekracza próg zadziałania progowego członu 19, z wyjścia tego członu 19 jest podawany sygnał na pierwsze wejście funkтора 20 iloczynu logicznego, w wyniku czego następuje zadziałanie wykonawczego członu 12. W stanie gwałtownych przeciążeń, w momencie gdy powyższy spadek temperatury przekracza próg zadziałania drugiego progowego członu 18, sygnał wyjściowy tego członu 18 powoduje bezpośrednio zadziałanie wykonawczego członu 12.

Zastrzeżenia patentowe

1. Układ zabezpieczenia przeciążeniowego elementów energoelektronicznych, zawierający bocznik włączony w obwód obciążenia zabezpieczanych elementów, oraz człon pomiarowy, którego wyjście jest połączone z członem wykonawczym, **znamienny** tym, że jest wyposażony w temperaturową sondę (8), umieszczoną na radiatorze (3) chłodzącym zabezpieczane elementy (2) i współpracującą z członem pomiaru temperatury, przy czym temperaturowa sonda (8) jest wykonana w postaci elektrycznego grzejnika (13), otoczonego izolacją cieplną i metalową obudową (15), a grzejnik (13) sondy (8) jest połączony z wyjściem wzmacniacza mocy (7), którego wejście jest połączone poprzez nastawczy człon (6), człon (5) korygujący charakterystykę prądową i transoptor (4) z bocznikiem (1) włączonym w obwód obciążenia zabezpieczanych elementów (2).

2. Układ według zastrz. 1, **znamienny** tym, że pomiędzy temperaturową sondą (8) a chłodzącym radiatorem (3) jest umieszczona warstwa (9) izolacji elektrycznej o dobrej przewodności cieplnej.

3. Układ według zastrz. 1, **znamienny** tym, że człon pomiaru temperatury, współpracujący z temperaturową sondą (8), składa się z komparatora (11), którego prądowe wejście jest połączone równolegle z pomiarowym bocznikiem (10), włączonym szeregowo w obwód grzejnika (13) sondy (8), a napięciowe wejście komparatora (11) jest połączone równolegle z grzejnikiem (13) sondy (8).

4. Układ według zastrz. 1, **znamienny** tym, że człon pomiaru temperatury, współpracujący z temperaturową sondą (8), stanowi fototermiczny czujnik (16) umieszczony wewnątrz grzejnika (13) temperaturowej sondy (8).

5. Układ według zastrz. 1, **znamienny** tym, że człon pomiaru temperatury, współpracujący z temperaturową sondą (8) stanowi termoelektryczny czujnik (17), którego jedno złącze jest umieszczone wewnątrz uzwojenia grzejnika (13) sondy (8), a drugie złącze jest zabudowane w obudowie (15) sondy (8) natomiast wyjście termoelektrycznego czujnika (17) jest połączone z wejściami dwóch progowych członów (18), (19), przy czym wyjście pierwszego progowego członu (18) jest połączone z wyjściem funkтора (20) iloczynu logicznego, stanowiącym wyjście członu pomiaru temperatury, a wyjście drugiego progowego członu (19) jest połączone z jednym z wejść funkтора (20) iloczynu logicznego, a drugie wejście funkтора (20) iloczynu logicznego jest połączone z wyjściem przełącznika (21), którego wejście jest połączone z czujnikiem (22) temperatury radiatora chłodzącego (3).

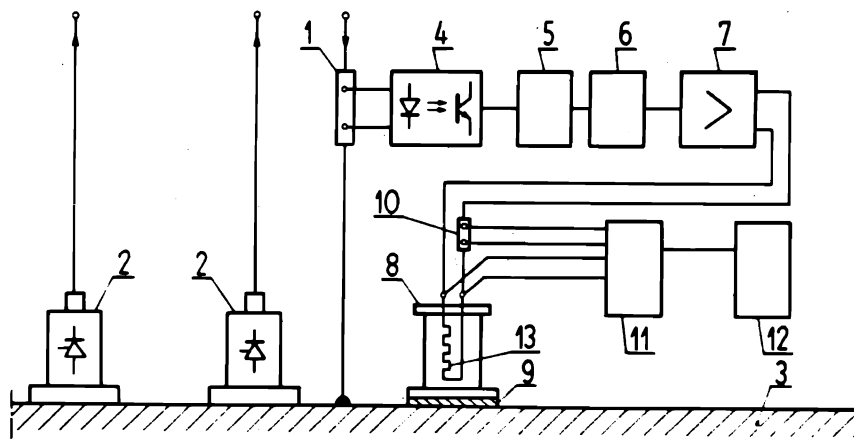


fig. 1

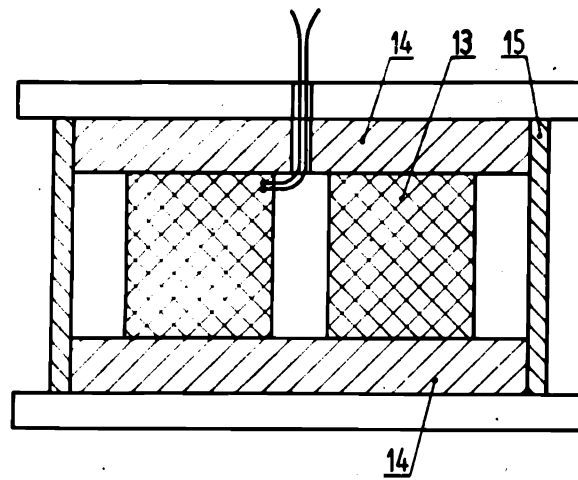


fig. 2

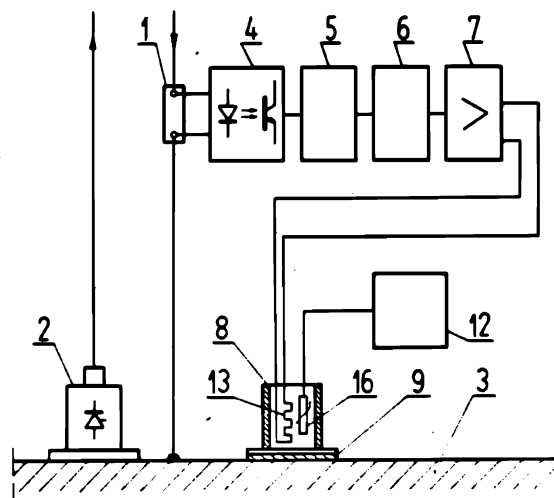


fig. 3

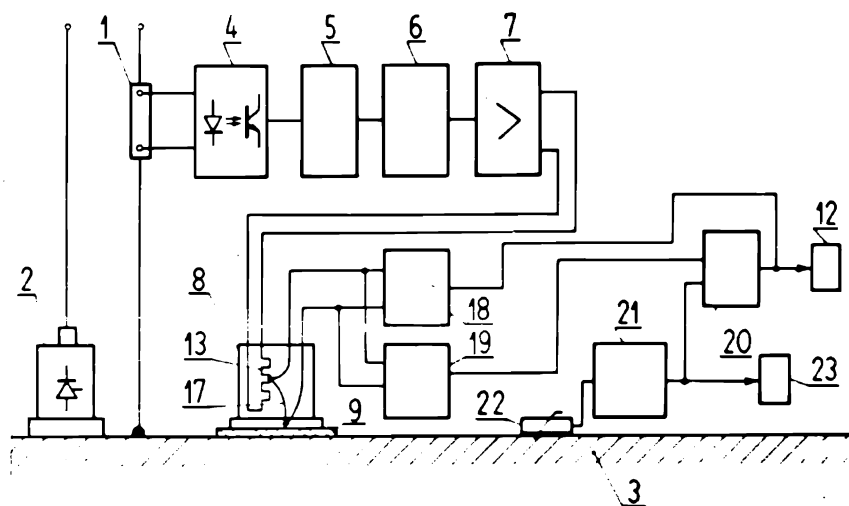


fig. 4

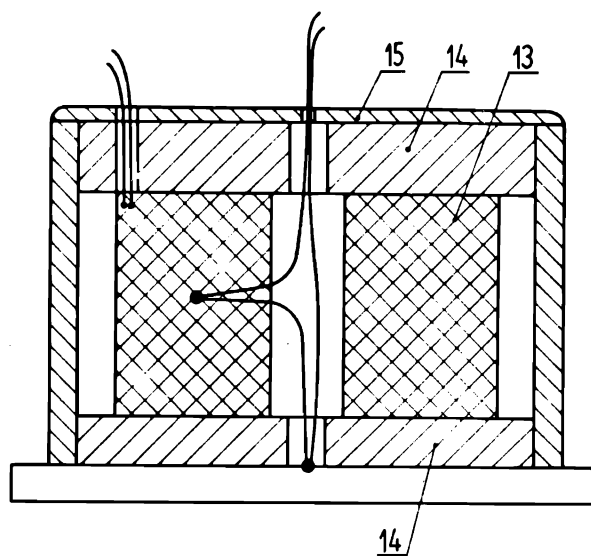


fig. 5