

Feliks Kieł

Instytut Metrologii i Maszyn Elektrycznych
Politechniki Śląskiej

ZESPÓŁ SZYBKICH ZABEZPIECZEŃ ELEKTRONICZNYCH
DLA UKŁADÓW ZASILANIA MASZYNY CYFROWEJ

Streszczenie. W artykule omówiono zasadę działania układu zabezpieczającego przed wzrostem i zanikiem napięcia zasilającego oraz przed wzrostem prądu obciążenia. Wskazano sposoby nastawiania napięcia zasilającego U_0 oraz prądu obciążenia I_0 układu zasilającego. Wartości napięcia U_0 i prądu I_0 można zmieniać w szerokich granicach, w których układ zabezpieczeń ochroni maszynę cyfrową. Podano czasy wyłączenia i analizę niezawodności oraz charakterystyki badanego modelu. Opisano zastosowanie układu zabezpieczeń.

Wstęp

Dla maszyn cyfrowych zawierających obwody scalone zabezpieczenie tych elementów przed przeciążeniami jest bardzo istotne, ponieważ obwody scalone są wrażliwe na przepięcia. Najczęściej źródłami przepięć są: stany nieustalone w sieci zasilającej, przebicie zaworów prostowniczych stabilizatora, przebicie lub zwarcie złącza kolektor-emiter tranzystora regulacyjnego stabilizatora. W układzie scalonym dopuszczalne napięcie $U_{dop\ max}$ w kierunku zaporowym dla dowolnego przejścia emiterowego p-n wynosi 5,5 V i nie może być przekrozone.

Układ posiada dwa tory zabezpieczeń; jeden bardzo szybki rzędu mikrosekund, blokujący wejście maszyny cyfrowej i drugi rzędu milisekund, który odcina zasilanie stabilizatora i zespół zabezpieczeń.

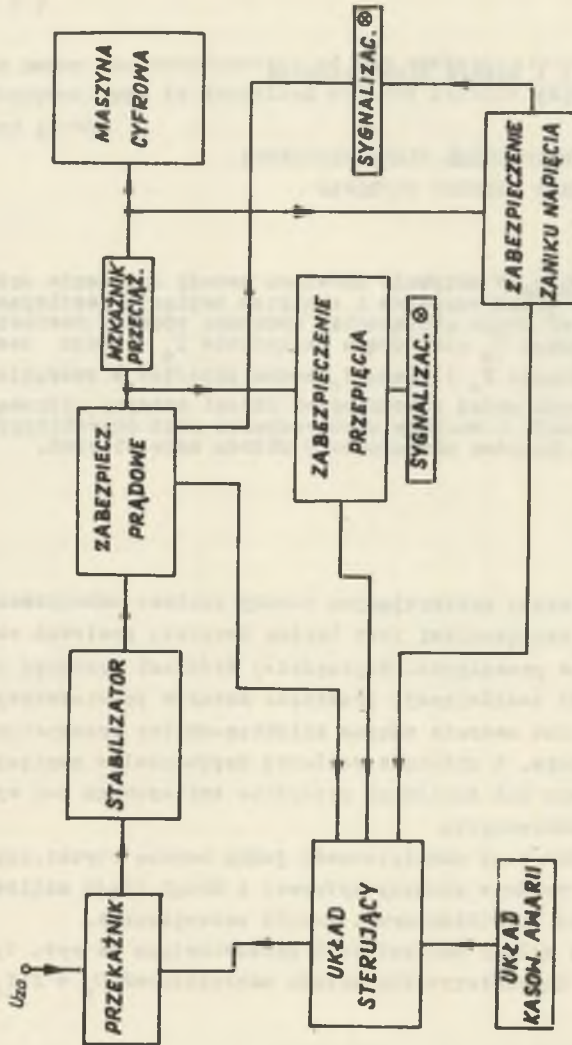
Schemat blokowy układu zabezpieczeń przedstawiono na rys. 1, a schemat ideowy na rys. 2. Charakterystykę układu zabezpieczeń $U_0 = f(I_0)$

przy czym:

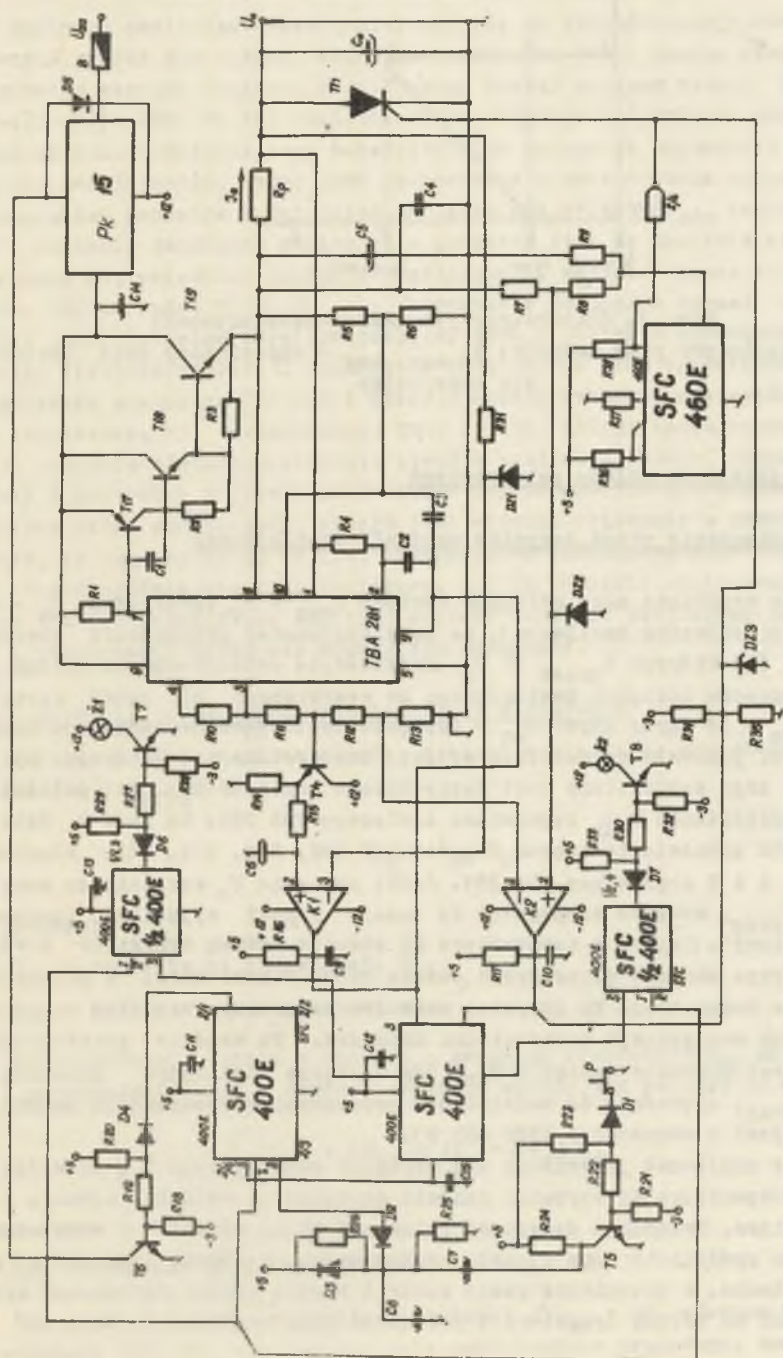
U_0 - napięcie zasilające;

I_0 - prąd obciążenia,

przedstawiono na rys. 3. Kształt charakterystyki zabezpiecza również najważniejsze elementy układu zasilania, ponieważ w stanach przeciążeń maleje zarówno prąd obciążenia jak i napięcie wyjściowe (zasilające). Rys. 3 obejmuje obszar działania dla obwodu ograniczenia prądu (pole A,B,C,D,E) oraz obszar bezpieczny dla zwarcia przy zastosowaniu tej metody (pole A, B,D,E).

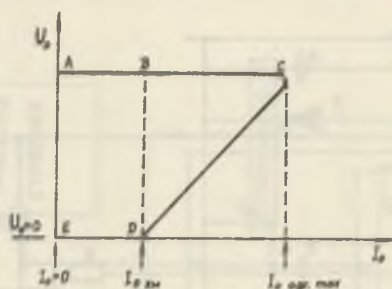


Rys. 1. Schemat blokowy układu zabezpieczeń



Rys. 2. Schemat ideowy układu zabezpieczeń:

1/1,3 400E; 1/2,4 400E; 2/1,2 400E - przerzutniki; 3 400E - sumator



Rys. 3. Charakterystyka układu zabezpieczeń:

$I_{o\ zw}$ - bezpieczny prąd zwarcia; $I_{o\ ogr. max}$ - ograniczony prąd obciążenia maksymalny

1. Zasada działania układu zabezpieczeń

1.1. Zabezpieczenie przed wzrostem napięcia zasilającego

Napięcie wyjściowe może osiągnąć wartość $U_{max} = U_p$ (przy czym: U_p - napięcie na prostowniku zasilacza), co może spowodować uszkodzenie obwodów scalonych, dla których $U_{przeb} < U_p$. Zadziałanie zabezpieczenia polega na wykryciu wzrostu napięcia zasilającego na rezystancji R_8 ponad wartość $U_{prog} = U_{on} + 5\%$ (przy czym: U_{on} - napięcie zasilające nastawione). Napięcie U_{R8} jest podawane na dodatnie wejście komparatora K2. Na drugie ujemne wejście tego komparatora jest doprowadzone napięcie U_{R13} z dzielnika napięcia odniesienia U_{odn} regulatora scalonego TBA 284. Na rys. 2 dzielnik napięcia odniesienia tworzą rezystancje $R10, R11, R12, R13$ włączone na wyjścia 4 i 5 regulatora TBA 284. Jeśli napięcie U_o wzrośnie do wartości $U_o > U_{prog}$, wówczas komparator K2 podaje sygnał wyjściowy (prądowy lub napięciowy). Sygnał z komparatora K2 steruje bramką tyrystora i wówczas następuje zwarcie tyrystora w czasie kilku mikrosekund. W przypadku uszkodzenia komparatora K2 tyrystor może być załączony sygnałem również prądowym lub napięciowym przerzutnika Schmidta. Na wejście przerzutnika Schmidta jest podawane napięcie U_{R9} . Gdy napięcie zasilające przekroczy wartość U_{prog} , spowoduje to zadziałanie przerzutnika. Przerzutnik Schmidta zbudowany jest z ekspandera (SFC 460 E).

Istnieje możliwość pojawienia się napięcia zasilającego U_{R8} na wejściu dodatnim komparatora K2 szybciej aniżeli napięcia na wejściu ujemnym tego komparatora. Dołączono dodatkowo pojemność $C5$ na wyjściu 6 regulatora TBA 284 dla opóźnienia tego sygnału napięciowego, w chwili załączania układu zasilania. W przeciwnym razie czuły i bardzo szybki komparator wysłałby sygnał na bramkę tyrystora i powodował jego zwarcie.

1.2. Zabezpieczenie przed zanikiem napięcia zasilającego

Napięcie zasilające może zmniejszyć się do zera. Występuje wówczas stan zwarcia groźny dla układu, który go spowodował jak i samego stabilizatora. Minimalna wartość napięcia zasilającego obwody scalone wynosi $U_{\text{dop min}} = 4,75$ [13]. Poniżej tej wartości układ zabezpieczeń wyłącza zasilanie całego układu. Działanie tego zabezpieczenia polega na porównaniu spadku napięcia zasilającego, które jest podawane na ujemne wejście komparatora K1 z napięciem pobranym z dzielnika napięcia odniesienia U_{odn} regulatora TBA 281. Napięcie dzielnika odniesienia podawane jest na dodatnie wejście komparatora K1, natomiast napięcie zasilające na wejście ujemne tego komparatora. Dla wartości $U_o < U_{\text{dop min}}$ komparator K1 podaje sygnał wyjściowy, który jest napięciem zwrotnym pomiędzy bazą i emiterem ogranicznika prądowego (tranzystor TR14). Tranzystor TR14 działa jako ogranicznik prądowy regulatora scalonego TBA 281 i steruje sekcją tranzystorów wyjściowych tego regulatora, tj. tranzystorami TR15 i TR16. Sekcja tranzystorów TR15 i TR16 powoduje wówczas przerwanie obwodów zasilania układu. Sygnał napięciowy z dzielnika napięcia odniesienia regulatora TBA 281 podawany jest poprzez układ opóźniający, którym jest wtórnik emiterowy z układem całkującym, na jego wyjściu. Na rys. 2 wtórnikiem emiterowym jest tranzystor T4. Układ opóźniający jest konieczny, bowiem napięcie odniesienia regulatora TBA 281 pojawia się szybciej aniżeli napięcie zasilające całego układu i praktycznie układ nie mógłby być załączony.

1.3. Zabezpieczenie przed wzrostem prądu obciążenia

Gdy nie występują przeciążenia, wówczas napięcie na rezystancji przeciążeniowej R_p wynosi:

$$U_{Rp} = I_{on} R_p \quad (1)$$

przy czym:

U_{Rp} - napięcie na rezystancji R_p ;

I_{on} - prąd obciążenia nastawiony.

Zabezpieczenie działa w oparciu o przyrost napięcia ΔU_{Rp} na rezystancji przeciążeniowej R_p . Wówczas napięcie zasilające wzrasta do wartości:

$$U_{Rp} + \Delta U_{Rp} = (I_o + \Delta I_o) R_p \quad (2)$$

przy czym:

ΔI_o - przyrost prądu obciążenia.

Gdy prąd obciążenia wzrośnie o wartości $\Delta I_{on} = 5\%$, wówczas tranzystor regulatora TBA 281, spełniający rolę ogranicznika prądowego, zostaje wy-

sterowany napięciem ΔU_{RP} zwanym także napięciem zwrotnym (U_g) i zwiera sekcję tranzystorów wyjściowych regulatora TBA 281, czyli tranzystorów TR 15 i TR 16. Tranzystory TR 15 i TR 16 są włączone szeregowo i sterują prądem obciążenia I_o . W ten sposób prąd obciążenia regulatora TBA 281 utrzymuje się na ograniczonej stałej wartości równej:

$$I_{on} = \frac{U_g}{R_p} \quad (3)$$

Wybrano metodę zmniejszonego prądu granicznego, przy czym część prądu obciążenia nie jest odprowadzana do obwodu korekcyjnego. Po zadziałaniu ograniczenia prądowego regulatora TBA 281 napięcie zasilające maleje i gdy przekroczy $U_{dop\ min}$ włącza się zabezpieczenie przed zanikiem napięcia zasilającego. Kształt charakterystyki układu zabezpieczeń $U_o = f(I_o)$ na rys. 3, pozwala wykorzystać zabezpieczenie przed zanikiem napięcia zasilającego do wyłączenia przetężenia w czasie bardzo krótkim (rzędu mikrosekund).

1.4. Drugi tor zabezpieczeń

Z komparatorów K1 i K2 sygnał jest jednocześnie podawany na sumator logiczny scalony, zbudowany na elementach N A N D, który realizuje funkcję logiczną $F = \bar{A} + \bar{B}$. Sumator podaje "0" logiczne na wejście przerzutnika scalonego. Przerzutnik podaje "1" logiczną i steruje tranzystorem T3. Tranzystor T3 wchodzi w stan nasycenia i steruje przekaźnikiem P_k 15, który odłącza wejście stabilizatora i układu zabezpieczeń w czasie rzędu milisekund. Drugi tor zabezpieczeń odłącza zasilanie całego urządzenia, podczas gdy pierwszy tor zabezpieczeń w czasie bardzo krótkim zabezpiecza maszynę cyfrową.

1.5. Układ kasowania

Układ kasowania służy do ponownego włączenia układu zasilania maszyny cyfrowej. Może być załączony z pulpitu operatora. Układ kasowania steruje dynamicznie przerzutnikami dając impuls zerujący (I) po zaniku awarii. Na rys. 2 przerzutnikami są układy logiczne scalone SFC 400E z wejściami oznaczonymi \bar{S} i \bar{R} . W normalnym stanie pracy tranzystor T5 jest w stanie nasycenia i poprzez pojemność C7 i diodę separującą D2 oraz bramkę N A N D (2/3 SFC 400E) podaje "1" logiczną na wejście \bar{R} przerzutników. Po rozwarciu przycisku p tranzystor T5 przewodzi i podaje "0" logiczne poprzez pojemność C7 na wejście bramki N A N D. Bramka N A N D steruje wejścia \bar{R} pozostałych przerzutników, dając "0" logiczne na ich wejściach \bar{R} . Przerzutniki są sterowane dynamicznie, bowiem w procesie przełączania przy wyzwaniu statycznym występuje konieczność różniczkowania tylnego zbocza impulsu.

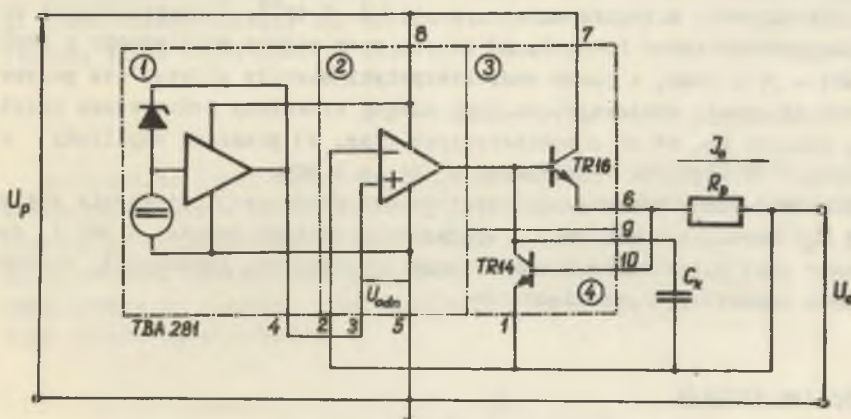
1.6. Sygnalizacja zabezpieczeń

Zastosowano sygnalizację świetlną. Żarówki Ż1 i Ż2 są włączone w obwody kolektorów tranzystorów T7 i T8. Po zaistnieniu przeciążenia komparatory wysyłają sygnały "1" logiczne na wejścia przerzutników typu \overline{SR} poprzez bramkę N A N D. Przerzutniki wprowadzają tranzystory T7 i T8 w stan przewodzenia i powodują świecenie żarówek. Na rys. 2 żarówka Ż1 sygnalizuje wzrost prądu obciążenia i zanik napięcia zasilającego. Żarówka Ż2 sygnalizuje wzrost napięcia zasilającego. Taki system sygnalizacji poddyktowany został priorytetem dla zabezpieczenia przed wzrostem napięcia zasilającego. Natomiast pozostałe dwa rodzaje przeciążeń posiadają identyczny system zabezpieczenia, dlatego postanowiono oznaczać te dwa stany awarii jedną wspólną sygnalizacją.

2. Zmiana parametrów zasilacza

2.1. Napięcie zasilające

Regulator scalony TBA 281 (rys. 4) służy jednocześnie jako stabilizator napięcia, w sposób następujący: napięcie odniesienia tego regulatora U_{odn} , które wynosi 7V podawane jest z wewnętrznego źródła napięcia regulatora TBA 281 na dodatnie wejście wzmacniacza błędów, a napięcie zasilające układu U_0 na ujemne wejście tego wzmacniacza. Wyjście wzmacniacza błędów steruje szeregowo włączonym tranzystorem TR16, który przenosi obciążenie prądu I_0 , tak by napięcia U_0 i U_{odn} były sobie równe. Gdy żądana wartość napięcia zasilającego $U_0 \neq U_{odn}$, wówczas napięcie U_0 porównuje się z



Rys. 4. Schemat regulatora scalonego TBA 281:

1 - wewnętrzne źródło napięcia odniesienia U_{odn} ; 2 - wzmacniacz różnicowy; 3 - wyjściowy tranzystor obciążenia; 4 - ogranicznik prądowy; C_x - pojemność korekcyjna

częścią napięcia U_{odn} lub odwrotnie i w ten sposób jest zachowana stabilizacja U_0 .

Odpowiednie układy połączeń regulatora TBA 281, pozwalają na zmianę napięcia zasilającego w granicach od 2V do 37V [14].

2.2. Prąd obciążenia

Prąd obciążenia regulatora scalonego TBA 281 jest niewielki. W regulatorze TBA 281 maksymalna temperatura złącza ($T_{j \max}$) wynosi 150°C , co oznacza, że maksymalny prąd o wartości 150 mA można osiągnąć nie przekraczając $T_{j \max}$. Chwilowa wartość mocy tego regulatora nie przekracza 60 mW. Wobec istnienia strat mocy (rozproszenie) dla uniknięcia uszkodzenia regulatora TBA 281 konieczny jest ogranicznik prądu. Moc, którą pobiera maszyna cyfrowa, wielokrotnie przewyższa moc maksymalną regulatora TBA 281. Prąd konieczny do zasilania maszyny cyfrowej posiada wartość od kilku do kilkunastu amperów. Dla regulatora TBA 281 można powiększyć prąd obciążenia I_0 do wartości żądanej [14]. W takim układzie prąd obciążenia zależy jedynie od prądu dopuszczalnego tranzystora T19. W opisanym układzie zastosowano jako tranzystor wykonawczy T19 tranzystor mocy 2N3055 i prąd obciążenia może wynosić 15 amperów. Wartość prądu obciążenia zależy również od wielkości rezystancji przeciążeniowej R_p , która decyduje także o wielkości przeciążenia według wzoru (2).

3. Pomiar

Dokonano pomiarów czasów wyłączenia układu zabezpieczeń za pomocą falomierza PFL - 16 z błędem mniejszym niż $0\% < 10^{-5}$. Charakterystyki układu zabezpieczeń (rys. 5, 6, 7, 8) zdjęto przy pomocy oscyloskopu z pamięcią (C1 - 37). Błąd, z jakim charakterystyki zostały zdjęte, nie przekracza 10% interwału czasowego, na jaki został wyzwolony jednorazowo oscyloskop. Oznacza to, że na charakterystyce (rys. 8) przyrost amplitudy nie przekracza 5% napięcia wyjściowego U_0 ($t_x = 4 \text{ ms}$).

Wpływ elementów bezwładności (pojemności wyjściowe) uwidacznia się poniżej 0,1 wartości napięcia U_0 . Wykładniczy odcinek krzywej w pkt t_x spowodowany jest pojemnością kondensatorów wyjściowych, impedancją obciążenia oraz rezystancją przeciążeniową.

4. Analiza wyników

Układ zabezpieczeń posiada dwa tory wyłączenia przeciążeń. Pierwszy tor wyłącza przeciążenia w czasie $t_1 < 6 \mu\text{s}$, a drugi w czasie $9 \text{ ms} < t_2 < 11 \text{ ms}$. Pierwszy tor bardzo szybko wyłącza przeciążenia i posiada nieznaczne rozrzuty czasów wyłączenia. Wynika to z precyzji działania zasto-

sowanych elementów w tym torze zabezpieczeń: tyrystora GEC 30A, regulatora scalonego TBA 281 i komparatorów SFC 2306. Drugi tor odłącza układ zabezpieczeń od sieci zasilającej i posiada znaczne rozproszenie czasów wyłączenia. Przyczyną tych rozbieżności jest różny czas zadziałania styków przekaźnika elektromechanicznego P_k 15. Pozostałe układy logiczne: przerzutniki i sumator w tym torze zabezpieczeń mają zwłokę zadziałania rzędu nanosekund. Dokonano pomiaru czasów rozwarcia styków przekaźnika, ponieważ w momencie ich rozwarcia układ zabezpieczeń jak i stabilizator praktycznie zostają odseparowane od napięcia zasilania sieci. Czas oderwania się styków nie przekracza 1 ms. Zasadniczą zwłokę zadziałania powoduje dioda tłumiąca, konieczna ze względu na stłumienie oscylacji powstałych w wyniku przełączania. Drugi tor zabezpieczeń ochroni tyrystor i tranzystory mocy.

5. Niezawodność układu

Niezawodność układu określa się jako funkcję czasu i stopień jego bezawaryjności. Jeżeli przyjmiemy, że intensywność uszkodzeń jest stała i nie zależy od czasu, w całym przedziale czasu $(0, t)$, wówczas:

$$\lambda(t) = \text{const} = \lambda \quad (6)$$

przy czym: $\lambda(t)$ jest funkcją intensywności uszkodzeń.

Niezawodność układu zabezpieczeń została obliczona według wykładniczego prawa niezawodności. Dla urządzeń elektronicznych pracujących przez dłuższy okres czasu wartość funkcji niezawodności wyraża wzór:

$$R(t) = \exp(-\lambda t) \quad (7)$$

Wykładnicze prawo niezawodności jest słuszne dla urządzeń złożonych, składających się z wielu elementów, których przebiegi niezawodności różnią się od wykładniczego i średni czas do uszkodzenia jest różny. Wymienione warunki są spełnione dla opisywanego układu. W układzie zabezpieczeń występują elementy o różniącej się niezawodności dlatego niezawodność układu określa wzór:

$$R(t) = \exp\left(-\sum_{i=1}^k n_i \lambda_i\right) \quad (8)$$

Przy czym:

- c - liczba typów elementów,
- n_1 - liczba elementów 1-tego typu,
- λ_1 - intensywność uszkodzenia 1-tego typu.

Niezawodność układów elektronicznych odnosi się najczęściej dla okresu czasu jednego roku eksploatacji urządzenia (T_{1R}). $R(t)$ dla opisanego układu wynosi $0,24 (T_{1R})$. Oddzielnie obliczono niezawodność zabezpieczenia przed wzrostem napięcia zasilającego, ponieważ to zabezpieczenie posiada największy priorytet. Dla zabezpieczenia z komparatorem niezawodność układu zabezpieczeń wynosi $R_k(t) = 0,77(T_{1R})$, a dla zabezpieczenia z przerzutnikiem Schmidta $R_{sch}(t) = 0,87(T_{1R})$. Ponieważ wymienione zabezpieczenia działają niezależnie, niezawodność tego zabezpieczenia powiększa się i wynosi

$$R(t) = 0,965(T_{1R}).$$

6. Omówienie charakterystyk układu zabezpieczeń

Charakterystyki układu przedstawiono na rys. 5, 6, 7 i 8. Dotyczą one parametrów układu zasilania dla wartości

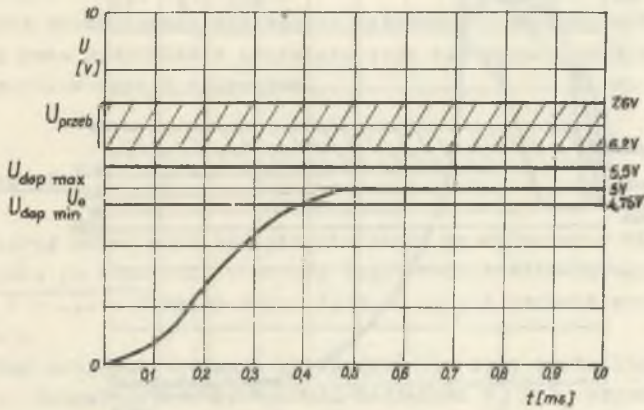
$$U_{on} = 5V \quad i \quad I_{on} = 10A$$

Na rys. 5 przedstawiono charakterystykę napięcia zasilającego po załączeniu układu zasilania.

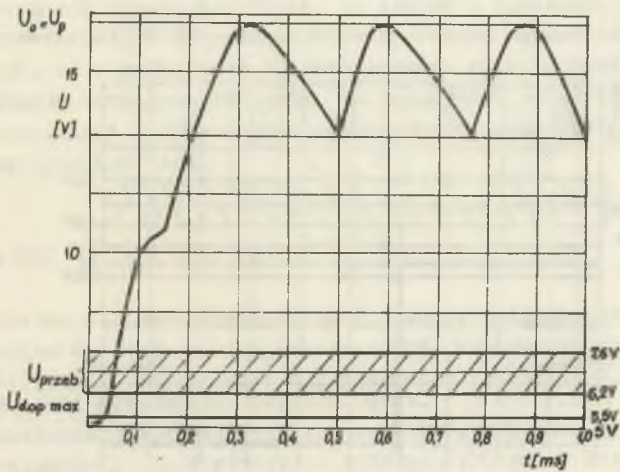
Na rys. 6 przedstawiono charakterystykę napięcia zasilającego po przebicium złącza K-E tranzystora T19 bez zabezpieczenia. Napięcie zasilające osiąga wartość $U_{max} = U_p$. Charakterystyka posiada maksymalną amplitudę i duże tętnienia. Prąd obciążenia jest ograniczony wówczas tylko rezystancją przeciążeniową R_p ($R_p < 0,2 \Omega$) i wynosi on około 60 amperów. Bateria kondensatorów przy tym prądzie skutecznie nie filtruje napięcia wyprostowanego i dlatego tętnienia przekraczają 25% napięcia na prostowniku zasilacza.

Na rys. 7 przedstawiono charakterystykę napięcia zasilającego po przebicium złącza K-E tranzystora T19 z zabezpieczeniem przekątnikowym. Napięcie zasilające osiąga amplitudę 14V. Przekątnik nie zabezpiecza skutecznie obwodów scalonych. Krzywe 1, 2, 3 i 4 różnią się jedynie stromością narastania, ponieważ wpływ posiada faza napięcia przemiennego sieci.

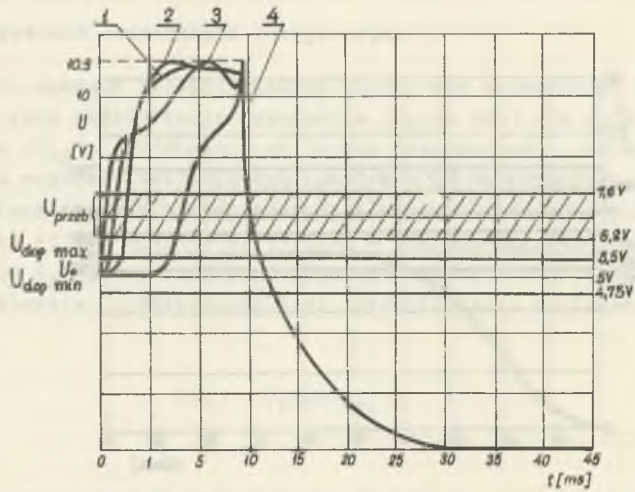
Na rys. 8 przedstawiono charakterystykę napięcia zasilającego z zabezpieczeniem tyrystorowym w funkcji czasu po przebicium złącza K-E tranzystora T19. Po załączeniu układu napięcie zasilające osiąga wartość równą U_0 . W momencie przebicia ($t_x = 4m s$) złącza K-E tranzystora T19 napięcie



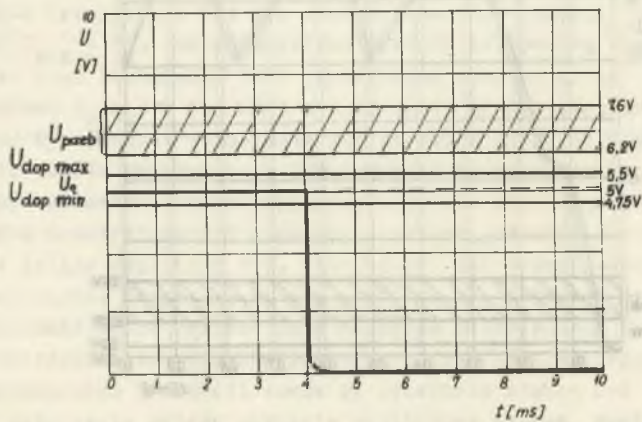
Rys. 5. Charakterystyka napięcia zasilającego układu zasilania



Rys. 6. Charakterystyka napięcia zasilającego po przeboju złącza K-K - tranzystora T19 bez zabezpieczenia



Rys. 7. Charakterystyka napięcia zasilającego po przebicju złącza K-E tranzystora T19 z zabezpieczeniem przekaźnikowym



Rys. 8. Charakterystyka napięcia zasilającego po przebicju złącza K-E tranzystora T19 z zabezpieczeniem tyrystorowym

zasilające prawie nie wzrasta ($\Delta U_0 < 5\% U_0$), bowiem w tym momencie następuje zwarcie tyrystora.

Amplituda napięcia zasilającego U_0 , po zwarciu tyrystora, gwałtownie maleje. Poniżej wartości napięcia $0,1 U_0$ uwidacznia się wpływ elementów wyjściowych (C_{wy}, R_p, R_{obc}).

Układ zabezpieczeń skutecznie zabezpiecza maszynę cyfrową. Stąd wynika, że czas zadziałania tyrystora jest wystarczający dla oalkowitego zabezpieczenia maszyn cyfrowych.

Zakończenie

Opisany układ może być przystosowany do wyłączenia wielu układów zasilających, po włączeniu elementu logicznego realizującego funkcję $F = \overline{A + B + C + \dots + H}$ (przy czym: A, B, C ..., H wejścia sterujące innych układów).

Układ zabezpieczeń może zatem spełniać rolę centralnego układu wyłączającego. Zmiana parametrów układu zasilania U_0 i I_0 sprowadza się praktycznie do zmiany wartości kilku łatwo dostępnych rezystancji, które są elementami dzielników napięciowych w układzie zabezpieczeń. Parametry układu zasilania U_0, I_0 mogą być zmieniane w szerokim zakresie wartości. Napięcie zasilające od 2V do 37V a prąd obciążenia od 150 mA do 15 A.

Zakresy wartości U_0 i I_0 oalkowicie pokrywają potrzebne wielkości napięcia zasilającego i prądu obciążenia dla maszyn cyfrowych różnych typów.

Dzięki dużej czułości tyrystora zrezygnowano z dodatkowych elementów wyzwalających bramkę tyrystora, co znacznie upraszcza układ i zwiększa jego niezawodność. W doborze układów scalonych dążono do unifikacji tych elementów, co w pełni zostało zrealizowane poprzez maksymalne wykorzystanie układów scalonych SFC 400E. Po dołączeniu do układu transformatora mocy, prostownika i filtra układ zabezpieczeń może być jednocześnie stabilizatorem wysokiej klasy.

LITERATURA

- [1] Białko M.: Układy mikroelektroniczne. WKŁ, Warszawa 1969.
- [2] Golde W.: Układy elektroniczne WNT, Warszawa 1970.
- [3] Kalicz J., Orzechowski T., Radecki P., Wleciał A.: Cyfrowe układy scalone TTL. OJDEJ, Warszawa 1971.
- [4] Lucziński J.: Układy tyrystorowe, WNT, Warszawa 1972.
- [5] Pałoczyński B., Stefański W.: Półprzewodnikowe stabilizatory napięcia i prądu stałego. MON, Warszawa 1971.
- [6] Sołta S.: Układy tranzystorowe WKŁ, Warszawa 1971.

- [7] Stabrowski M.: Stabilizatory sterowane napięćia i prądu stałego. WNT Warszawa 1972.
- [8] Sztarski M.: Niezawodność i eksploatacja urządzeń elektronicznych. WKŁ, Warszawa 1972.
- [9] Zagajewski T., Malzacher S., Kwieciński A.: Elektronika przemysłowa. WNT, Warszawa 1972.
- [10] Zagajewski T.: Układy elektroniki przemysłowej. WNT, Warszawa 1972.
- [11] Seely S.: Układy elektroniczne. WNT, Warszawa 1972.
- [12] DC Voltage Regulators. Beckman. Katalog C-307 1971.
- [13] Regulators de Tension. Sesoosem. Katal z 1972.
- [14] Voltage Regulators with TBA 281. Philips. Katalog 1971.

Przyjęto do druku w czerwcu 1974 r.

КОМПЛЕКТ ЭЛЕКТРОННОЙ ЗАЩИТЫ ДЛЯ СИСТЕМ ПИТАНИЯ ЭВЦМ

Р е з ю м е

Описан принцип действия системы защиты, предохраняющей от чрезмерного возрастания тока нагрузки. Представлены способы регулировки напряжения питания и тока нагрузки системы питания. Величины напряжения и тока можно изменять в широком диапазоне, в котором система защиты предохраняет ЭВЦМ. Приводится время выключения и анализ безотказности, а также характеристика исследуемой модели. Описано применение системы защиты.

SET OF FAST ELECTRONIC PROTECTION FOR SUPPLY SYSTEMS OF THE COMPUTER

S u m m a r y

In the article the principle of operation of a system of the safety device protecting against the increase and fading of supply voltage U_0 as well as against increase of the load current I_0 has been discussed. The ways of setting the supply voltage U_0 as well as the load current I_0 of the supply system are presented. The values of voltage U_0 and current I_0 can be changed within wide limits in which the safety devices are protecting the computer. The time of switching off and analysis of reliability as well as characteristics of the analysed model are given. The application of the protection system is described.