



Wpływ rozrzutu właściwości elementów linii dozorowej na niezawodność funkcjonalną systemów bezpieczeństwa

JACEK PAŚ

Wojskowa Akademia Techniczna, Wydział Elektroniki, Instytut Systemów Elektronicznych,
00-980 Warszawa, ul. S. Kaliskiego 2

Streszczenie. Ciągłe zmiany parametrów czujek i centrali alarmowej spowodowane są między innymi procesami starzenia i zużycia. Zmiany te stwarzają duże trudności przy wyznaczeniu niezawodności systemu bezpieczeństwa ze względu na stochastyczny i bliżej nieokreślony charakter zmian parametrów elementów systemu. W pracy zanalizowano wpływ rozrzutu wybranych elementów elektronicznych zainstalowanych w czujkach na niezawodność funkcjonowania całego systemu.

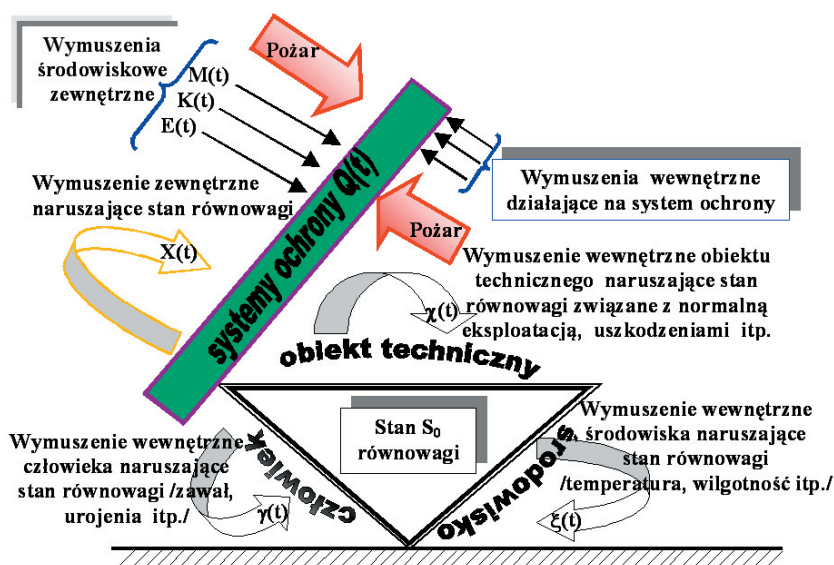
Słowa kluczowe: proces starzenia, niezawodność systemu bezpieczeństwa, parametry czujek adresowalnych, system alarmowy

Symbole UKD: 62.004-192

Wstęp

Wzrastające zagrożenia w wyniku działań przestępczych skierowanych przeciwko życiu i mieniu wymuszają coraz to nowe sposoby ochrony przeciwko tym zjawiskom. Takie zadania spełniają systemy bezpieczeństwa instalowane w ochronianych obiektach. Jednym z zagrożeń, które mogą wystąpić, jest pożar. Automatyczne urządzenia sygnalizacji pożarowej mają na celu możliwie wczesne wykrywanie pożaru oraz sygnalizowanie i alarmowanie o nim w celu podjęcia odpowiednich działań, takich jak: ewakuacja ludzi i mienia; wezwanie straży pożarnej za pomocą systemów transmisji alarmu; automatyczne wyzwalanie procesów gaszenia. Systemem alarmowym — systemem sygnalizacji zagrożeń nazywa się zespół środków technicznych i zasad taktycznych mających na celu zapewnienie stanu bezpieczeń-

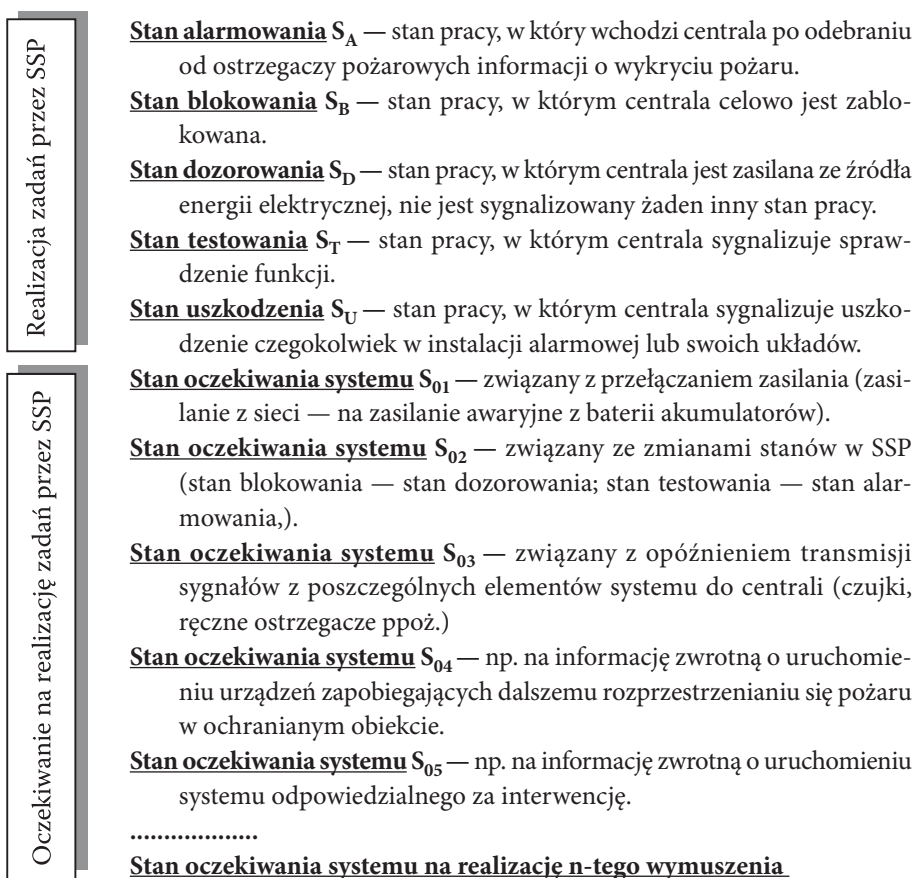
stwa określonego obiektu (człowieka lub mienia) w przestrzeni i zachowanie jego substancji. System alarmowy określany jest w Polskiej Normie PN-93/E-08390 jako: „instalacja elektryczna do wykrywania i sygnalizowania nienormalnych warunków wskazujących na istnienie niebezpieczeństwa”. Każda kradzież, pożar itp. jest naruszeniem stanu bezpieczeństwa związanego z równowagą trzech elementów: człowieka, obiektu technicznego i środowiska, co zobrazowano na rysunku 1.



Rys. 1. Wymuszenia zewnętrzne i wewnętrzne działające na system bezpieczeństwa zainstalowany w ochranianym obiekcie

System alarmowy

Według normy *Pr PN-EN50131-1:1997* system ochrony to: system alarmowy — instalacja elektryczna, która odpowiada na ręczne lub automatyczne wykrycie obecności zagrożenia. Od zainstalowanych systemów sygnalizacji pożaru (SSP) wymaga się wysokiej niezawodności działania. Praktycznie SSP powinien znajdować się w dwóch stanach eksploatacyjnych: 1 — stan zdatności; 0 — stan niezdatności. Ze względu na złożoność techniczną współczesnych systemów ppoż. istnieją także stany pośrednie, wypełniające przestrzeń istniejącą między stanami (0, 1). Na rysunku 2 przedstawiono zbiory dostępnych stanów w systemie sygnalizacji pożarowej.



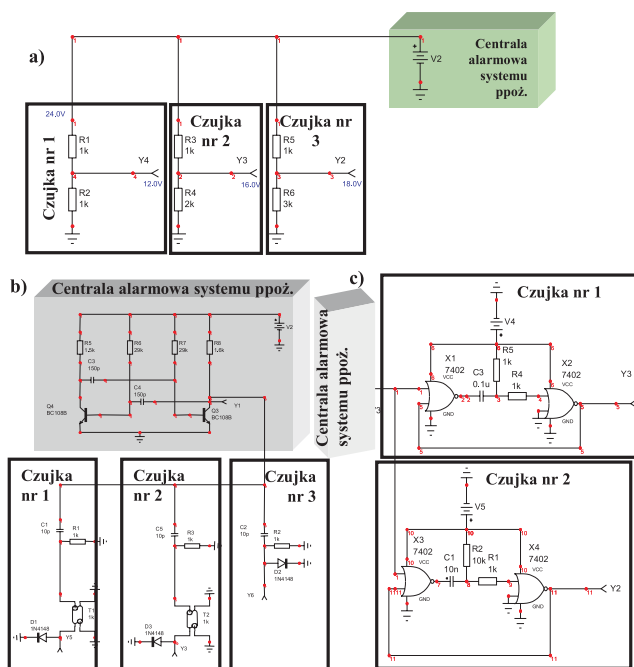
Rys. 2. Zbiór dostępnych stanów w SSP

Przykładowe sposoby rozwiązania adresowania czujek ppoż. w systemie alarmowym

Istnienie dużego zbioru dostępnych stanów w systemach ppoż. oraz potrzeba wskazania występującego zagrożenia ppoż. w ochranianym obiekcie z dokładnością do pojedynczego pomieszczenia wymusiły stosowanie adresowalnych czujek reagujących na powstanie pożaru. Ważną cechą urządzeń sygnalizacji pożarowej, jak i innych systemów alarmowych, jest sposób komunikacji między czujkami a centralą.

Zostały opracowane dwie koncepcje komunikowania się między nimi:

- monolog (jednokierunkowa wymiana informacji),
- dialog (dwukierunkowa wymiana informacji).



Rys. 3. Przykładowe rozwiązania sposobów adresowania czujek w systemach sygnalizacji pożarowej: a) adresowanie czujek na zasadzie pomiaru stopnia podziału dzielników napięcia; b) adresowanie w systemie impulsowym z podziałem czasowym; c) adresowanie w systemie impulsowym dialogowym

W systemie monologowym informacja przesyłana jest w jednym kierunku — oznacza to, że detektory zgłaszają się do centrali z chwilą wykrycia alarmu. Istnieje możliwość wystąpienia kolizji w przypadku równoczesnego zgłoszenia się dwóch alarmów, dlatego w celu wyeliminowania tego zjawiska stosowane jest losowanie momentu zgłoszenia się pobudzonej czujki. Przy komunikacji dialogowej występuje komunikacja czujki z centralą dwukierunkowo. Centrala SSP inicjuje „rozmowę” z poszczególnymi detektorami, a następnie te ostatnie przekazują informacje, w których zawarty jest zarówno nr detektora, jak i dane o stanie otoczenia wokół nich. Pozwala to na wyeliminowanie sytuacji konfliktowych, fałszywych alarmów, a także na sterowanie adresowalnymi urządzeniami zainstalowanymi na liniach dozorowych.

W systemach SSP można wyodrębnić następujące sposoby adresacji czujek:

- adresacja czujek na zasadzie pomiaru stopnia podziału dzielników napięcia — monolog;
- adresacja na zasadzie transmisji cyfrowej — monolog;
- adresowanie w systemie impulsowym — dialog;

- adresowanie w systemie impulsowym z podziałem czasowym — monolog;
- adresowanie w systemie cyfrowym — dialog.

Wpływ rozrzutu parametrów elementów czujek przeciwpożarowych na niezawodność funkcjonalną działania systemu bezpieczeństwa

Ciągłe zmiany parametrów czujek i centrali alarmowej spowodowane są między innymi procesami starzenia i zużycia. Zmiany te stwarzają duże trudności przy obliczaniu niezawodności systemów pożarowych ze względu na stochastyczny i bliżej nieokreślony charakter naturalnych zmian parametrów elementów. Rozrzut produkcyjny określa tzw. niezawodność początkową, nazywaną niekiedy w literaturze niezawodnością schematową. Wystąpienie uszkodzenia związanego z procesami starzenia powoduje wystąpienie niezdatności starzeniowej, która zgodnie z Polską Normą PN-90 /N-04002 (Diagnostyka techniczna — Terminologia ogólna) definiowana jest następująco: „niezdatność starzeniowa — niezdatność wynikająca z uszkodzenia, którego prawdopodobieństwo zwiększa się z upływem czasu jako wynik wewnętrznych procesów zachodzących w obiekcie” w tym wypadku ppoż. systemie alarmowym.

Parametry wyjściowe każdego ppoż. systemu alarmowego określane są poprzez:

- parametry elementów, z których ten system jest zbudowany;
- wewnętrzną strukturę połączeń systemu alarmowego (centrala–czujki–zasilanie–sygnalizatory itd.).

Między parametrami wyjściowymi \mathbb{D} ppoż. systemu alarmowego a parametrami x_i ($i = 1, 2, \dots, N$) elementów składowych istnieje zależność funkcyjna $\mathbb{D} = f(x_1; x_2; \dots, x_N)$, która dla przyrostów względnych przyjmuje postać

$$\delta\mathbb{D} = f_1(\delta x_1; \delta x_2; \dots, \delta x_N) \quad (1)$$

Zależność (1) dla małych δx_i ($i = 1, N$) można przedstawić w innej postaci

$$\delta\mathbb{D} = \xi x_1 + \xi x_2 + \dots + \xi x_N \quad (2)$$

gdzie:

$$\delta\mathbb{D} = \frac{\mathbb{D} - \mathbb{D}_n}{\mathbb{D}_n}, \quad \delta x_i = \frac{x_i - x_{in}}{x_{in}}, \quad \xi_i = \frac{\delta\mathbb{D}}{\delta x_i}, \quad (3)$$

gdzie: n — wartości nominalne odpowiednich parametrów ppoż. systemu alarmowego;

ξ — współczynniki wpływu, które określają przyrost δD parametru wyjściowego, spowodowany przyrostem δx_i parametru i -tego elementu wchodzącego w skład ppoż. systemu alarmowego.

Współczynniki wpływu ξ_i zależą od miejsca elementu w strukturze całego systemu alarmowego (np. jeden z rezystorów polaryzujących bazę tranzystora w układzie wzmacniacza sygnału znajduje się w czujce ppoż., a rezystor parametryzujący linię dozorową znajduje się w linii podłączonej do centrali alarmowej). Dlatego też współczynniki ξ_i bywają także nazywane współczynnikami położenia.

Alarmowe systemy ppoż. i instalowane na liniach dozorowych czujki wymagają niezawodnego zasilania energią elektryczną. Zasilanie to jest zapewnione w normalnych warunkach z sieci prądu przemiennego o napięciu 230 V i jest traktowane jako zasilanie podstawowe. W przypadku awarii zasilania podstawowego do pracy systemu wykorzystywana jest energia zgromadzona w akumulatorach. Istnieją trzy wymagania czasowe dotyczące działania zasilania awaryjnego, które uzależnione są od sposobu zapewnienia obsługi serwisowej (np. informacja o uszkodzeniu jest transmitowana do miejsca bez stałej obsługi serwisowej, pojemność akumulatorów powinna zapewnić prawidłową pracę systemu będącego w stanie dozorowania w ciągu min. 72 h bez zasilania podstawowego oraz po upływie tego czasu min. 30 min w stanie alarmowania). Do prawidłowej pracy czujek ppoż. i znajdujących się w ich gniazdach elektronicznych systemów adresacji wymagany jest odpowiedni poziom napięcia zasilającego. W tabeli 1 przedstawiono dopuszczalne poziomy napięć zasilających najczęściej wykorzystywane czujki instalowane w ppoż. systemach alarmowych.

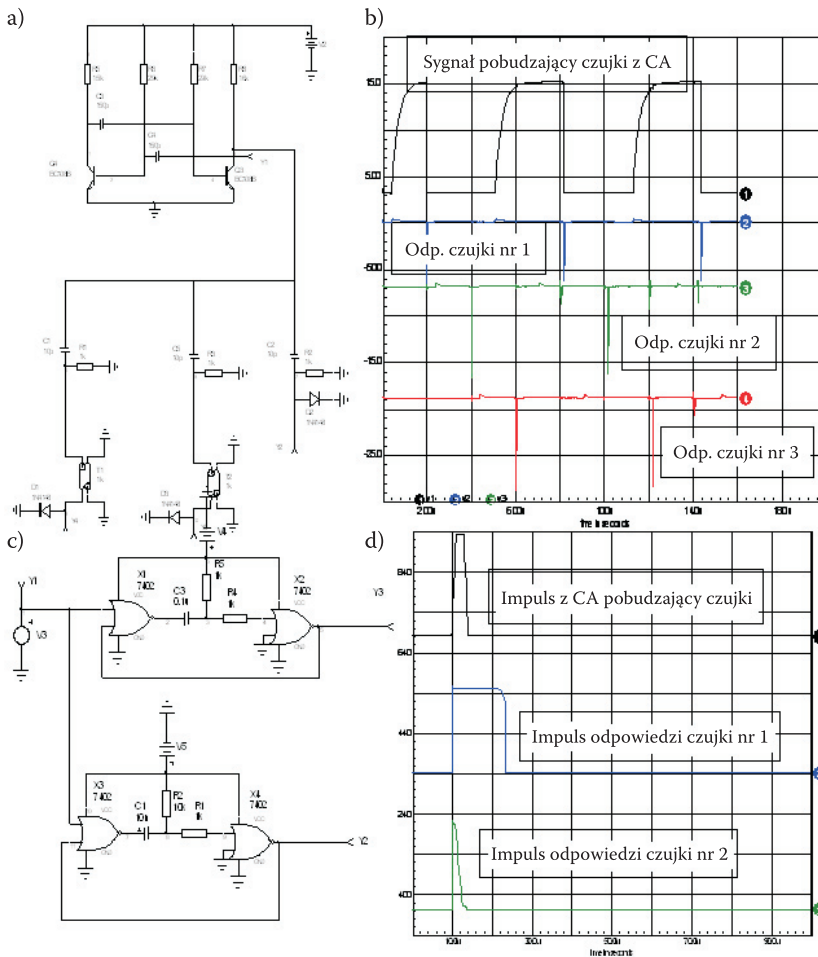
TABELA 1

Dopuszczalne poziomy napięć zasilających czujki instalowane w ppoż. systemach alarmowych

Typ czujki	DF1101-Ex ¹	DLO1191 ²	G-3840 ³	ROP-38A ⁴
Napięcie pracy [V]	16÷28	16,5÷24	19,5÷24	17÷24
Prąd dozorowania [μ A]	500	150	80	80

Oznaczenia: DF1101-Ex¹ — czujka płomienia adresowalna firmy SIEMENS; DLO1191² — adresowalna liniowa czujka dymu firmy SIEMENS; G-3840³ — gniazdo adresowalne systemu ALFA 3800 (produkcja Polon-Alfa); ROP-38A⁴ — ręczny ostrzegacz pożarowy (adresowalny systemu ALFA 3800).

Dopuszczalne zakresy zmian napięcia zasilającego czujki i systemy adresacji zawierają się w granicach 16 ÷ 28 V (najgorszy przypadek), przy dopuszczalnej temperaturze pracy wynoszącej $-25 \div +60^\circ\text{C}$. Zmiana napięcia zasilania oraz temperatury powoduje zmianę parametrów sygnałów adresacji wysyłanych z czujki do centrali alarmowej. W tabeli 2, 3 oraz 4 przedstawiono wpływ ww. zmian na odpowiedzi generowane przez czujki znajdujące się w systemie alarmowym.

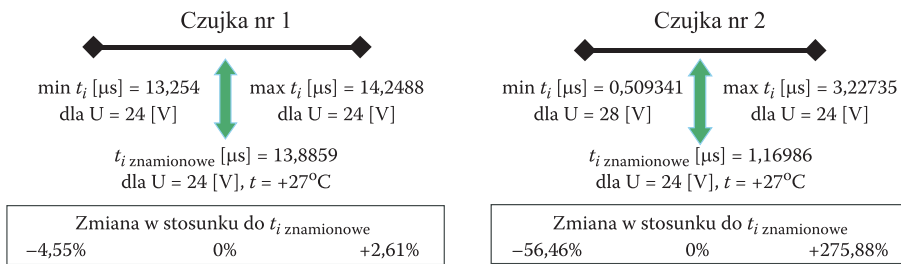


Rys. 4. Przykładowe sposoby adresowania czujek w systemie bezpieczeństwa (4a, 4c) oraz odpowiadające im przebiegi czasowe generowane w czujkach (4b, 4d)

TABELA 2

Adresowanie czujek na zasadzie pomiaru stopnia podziału dzielników napięcia — wpływ zmian U_{zas} na wartość podziału U (rys. 3a)

Napięcie zasilania U [V]	Dzielnik napięcia U [V] nr 1	Dzielnik napięcia U [V] nr 2	Dzielnik napięcia U [V] nr 3
16	8	10,7	12
$U_{zn} = 24$	12	16	18
28	14	18,7	21



Rys. 7. Wpływ zmian napięcia zasilania oraz temperatury na czas trwania impulsów w przypadku adresowania czujek w systemie impulsowym

TABELA 4

Adresowanie czujek w systemie impulsowym — wpływ zmian napięcia zasilającego oraz temperatury na wartość czasu trwania t_i impulsów wyjściowych czujek nr 1, 2 (schemat połączeń na rys. 3c)

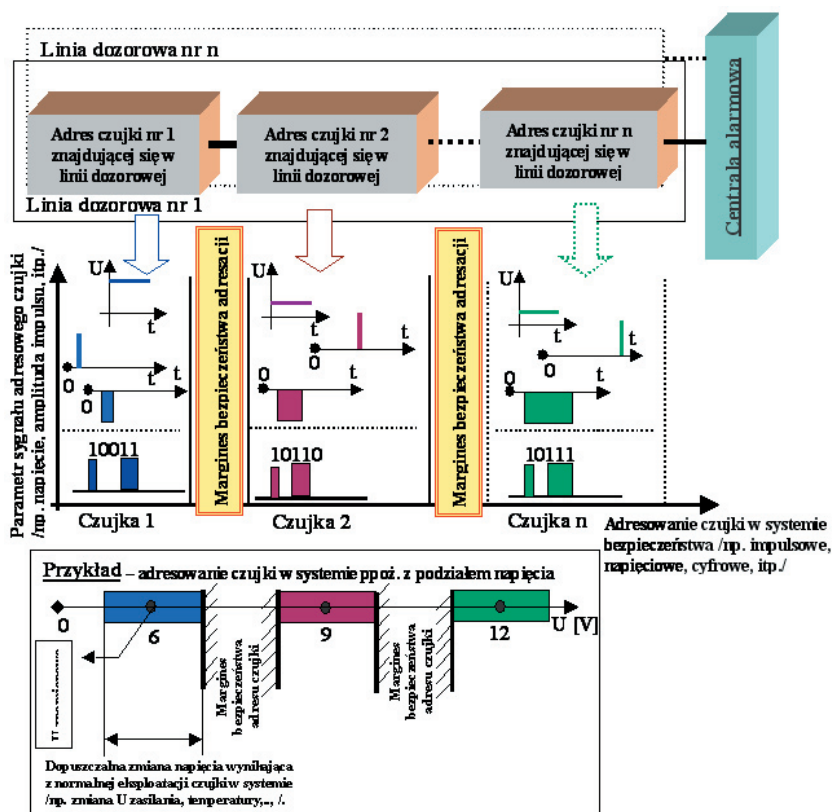
Zmiana napięcia zasilania U [V]	Zmiana temperatury pracy czujek [$^\circ\text{C}$]	Zmiana czasu trwania t_i [μ s] impulsów odpowiedzi generowanych przez czujki 1, 2	
		Czujka nr 1	Czujka nr 2
16	-25	14,0806	2,57144
	+27	13,4965	2,92067
	+60	13,8889	3,22735
$U_{\text{znam}} = 24$	-25	14,2488	0,90855
	+27	13,8859	1,16986
	+60	13,2540	1,53392
28	-25	14,1160	0,509341
	+27	13,6008	0,791544
	+60	13,5369	0,959071

Wnioski

Adresowanie czujek w systemach bezpieczeństwa jest bardzo ważnym problemem technicznym, gdyż należy zapewnić odpowiednie rozwiązanie do zmieniających się warunków eksploatacyjnych systemu bezpieczeństwa. W przedstawionym artykule opisano trzy sposoby adresowania czujek ppoż. w systemie ochrony. Zaproponowane rozwiązanie adresowania czujek za pomocą podziału napięcia (rys. 3a) oraz przeprowadzona symulacja komputerowa układu, (wyniki zostały zamieszczone w tabeli 2) wykazują że zaproponowane rozwiązanie nie nadaje się do praktycznego stosowania. Na rysunku 5 zobrazowano graficznie wyniki symulacji, z których jednoznacz-

nie wynika że zaproponowany układ nie nadaje się do praktycznego rozwiązania, gdyż przy zmianach napięcia zasilania czujek w granicach $16 \div 28$ V występują niejednoznaczności powodujące błędy adresowania czujek (czujka określona jako nr 1 może zgłosić się w centrali alarmowej jako nr 1, 2, 3). Błędy te mogą prowadzić do fałszywych odczytów pomieszczeń, w których powstał pożar. Jednocześnie ten sposób adresowania czujek jest odporny na zmianę temperatury w szerokim zakresie. Praktycznie ten sposób adresowania stosuje się maksymalnie do 12 czujek znajdujących się w jednej linii dozorowej. Stosowanie innych sposobów adresowania czujek za pomocą rozbudowanych układów elektronicznych (rys. 4a, b) umożliwia zwiększenie liczby czujek, które mogą być podłączone do linii dozorowej systemu bezpieczeństwa. Jednak rozbudowane elektroniczne układy adresacji czujek mają wadę — jest nią zmiana parametrów impulsów — czasu trwania pod wpływem zmian temperatury otoczenia eksploatowanych systemów alarmowych (rys. 6, 7).

Aby adresowanie było prawidłowe, muszą istnieć określone marginesy bezpieczeństwa zakresów napięcia poszczególnych czujek (rys. 8 — przykład adresowania



Rys. 8. Sposób adresowania czujek w ppoż. systemie bezpieczeństwa

czujek w systemie ppoż. z podziałem napięcia). Adresowanie czujek w systemie impulsowym o krótkich czasach trwania obarczone jest wadą dużych zmian czasu trwania impulsu (tab. 4 — czujka nr 2) pod wpływem zmian napięcia zasilania i temperatury. W tym przypadku stosowanie przebiegów impulsowych o dłuższym czasie trwania (tab. 4 — czujka nr 1) zwiększa dokładność adresowania czujki. Zgłoszenie się do centrali alarmowej w tym samym czasie dwóch lub więcej czujek powoduje wygenerowanie sygnału uszkodzenia systemu. Zgodnie z polską normą PN-E 08390-3 (wymagania i badania central) stan uszkodzenia — to „stan centrali alarmowej, który uniemożliwia jej działanie zgodnie z przeznaczeniem i wymaganiami odpowiednich norm”.

Artykuł wpłynął do redakcji 14.04.2008 r. Zweryfikowaną wersję po recenzji otrzymano w kwietniu 2008 r.

LITERATURA

- [1] Katalog 2003 *Systemy sygnalizacji pożarowej* firmy POLON-ALFA.
- [2] L. O. CHUA, *Komputerowa analiza układów elektronicznych*, WNT, 1981.
- [3] A. DOBROWOLSKI, P. KOMUR, A. SOWIŃSKI, *Projektowanie i analiza wzmacniaczy małosygnałowych*, BTC, 2005.
- [4] Norma PN-E 08390-3 *Systemy alarmowe. Włamaniowe systemy alarmowe. Wymagania i badanie central*, PKN.

J. PAŚ

Influence of scatter of properties of inspection line elements on functional reliability of security systems

Abstract. Aging and wearing out processes result in continuous fluctuation of parameters of sensors and alarm central unit. These fluctuations make the calculations of reliability of security systems difficult, due to a stochastic and unknown character of changes of the parameters of system's elements. The paper analyzes an influence of scattering of chosen electronic devices installed in sensors on reliability of the whole system.

Keywords: aging process, reliability of security system, parameters of addressable sensors, alarm system

Universal Decimal Classification: 62.004-192

