



Projektowanie systemów alarmowych

System alarmowy może być zrealizowany jako prosta, jednoelementowa instalacja lub jako bardzo skomplikowana sieć współpracujących komponentów. Projektując taki system, należy dobrać architekturę oraz zastosowane elementy konkretnie do danego obiektu.

Typowy system alarmowy składa się z elementów wejściowych – monitorujących nasze mienie oraz elementów wyjściowych, które reagują w przypadku wykrycia określonej sytuacji – np. wtargnięcia intruza do wnętrza domu. Na rynku dostępnych jest wiele elementów wejściowych i wyjściowych, które można stosować w systemach alarmowych.

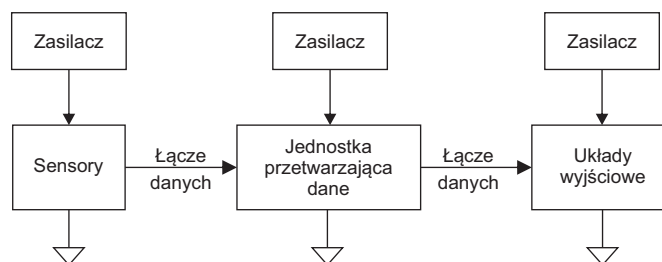
W poniższym artykule opisane zostaną architektury i sposoby łączenia poszczególnych elementów systemu alarmowego w całość, aby zapewnić mu niezawodność i pożądane działanie. Opisane topologie mają zastosowanie nie tylko w systemach ochrony mienia, często są zapożyczone z systemów automatyki przemysłowej, zwłaszcza systemów ochrony funkcjonalnej, które pełnią w instalacjach przemysłowych analogiczną funkcję, chroniąc, zamiast mienia, ludzkie życie i zdrowie.

Konstrukcja elektronicznych systemów alarmowych

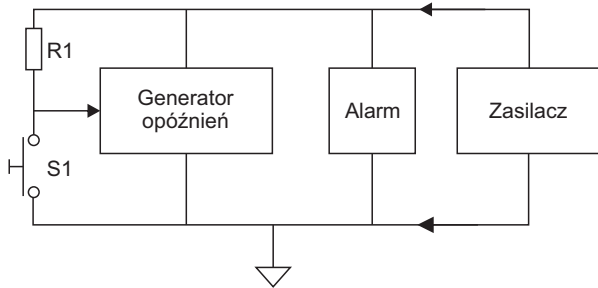
Wszystkie elektroniczne systemy bezpieczeństwa składają się z podstawowych elementów pokazanych na **rysunku 1**. Zawierają jeden lub więcej sensorów wykrywających zagrożenie, jednostkę

przetwarzającą dane i układ wyjściowy. Pokazane na rysunku moduły są wyposażone w niezależne zasilacze, jednakże w praktyce często system realizuje się z zasilaczami wspólnymi dla większej liczby modułów.

Rysunki od 2 do 5 pokazują w uproszczonej formie cztery różne typy systemów bezpieczeństwa o małej lub średniej złożoności. Pierwszy z nich (**rysunek 2**) to prosty elektroniczny system alarmowy, zwany dzwonkiem do drzwi, w którym czujnikiem wejściowym jest przełącznik. Może to być zwykły przełącznik, czujnik otwarcia drzwi lub wejścia do pomieszczenia, zrealizowany jako mikroprzełącznik we framudze drzwi, hallotron, przełącznik ciśnieniowy pod wycieraczką itp. Gdy przełącznik S1 zamyka się, aktywuje układ czasowy, który włącza generator dźwięku alarmu na określony czas, niezależnie od faktycznego czasu zamknięcia przełącznika. System powtarza to działanie za każdym razem, gdy S1 zostaje zwarty.



Rysunek 1. Podstawowe elementy elektronicznego systemu zabezpieczenia mienia



Rysunek 2. Uproszczony schemat ideowy dzwonka do drzwi lub systemu wykrywającego wejście do pomieszczenia

Taki typ obwodu pobiera zerowy prąd spoczynkowy. Należy zauważyć, że w przypadku dzwonka do drzwi czujnik (S1) jest aktywowany przez przybyłego gościa, w celu zwrócenia uwagi gospodarza, albo przez osobę, która weszła do pomieszczenia nieproszona.

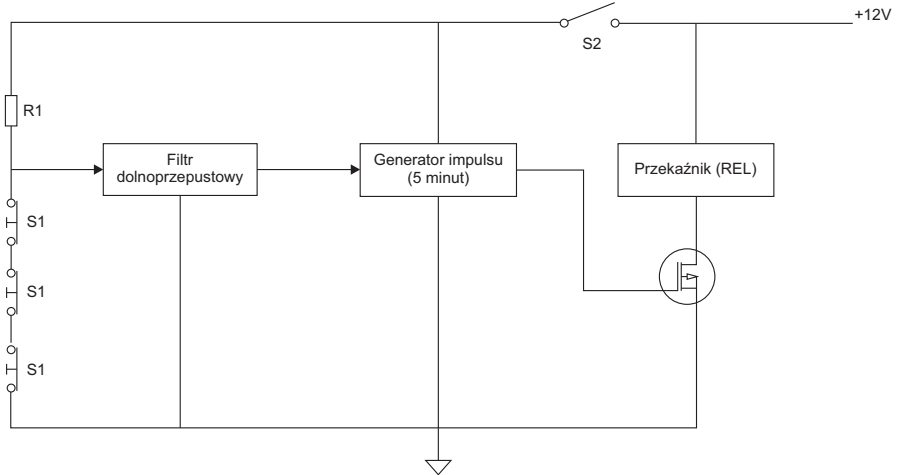
Na **rysunku 3** pokazano prosty domowy obwód alarmu przeciw włamaniu. W tym przypadku główny system alarmowy jest włączany przez zamknięcie przełącznika S2 obsługiwane kluczem, a czujnik niebezpieczeństwa (S1) składa się z dowolnej liczby połączonych szeregowo normalnie zamkniętych przełączników (zwykle są to kontaktrony), z których każdy jest zamontowany na drzwiach lub oknach, które monitorowane są przez alarm. W ten sposób przełącznik S1 otwiera się, gdy jakiegokolwiek chronione drzwi lub okno zostaną otwarte lub też wystąpi przerwa w okablowaniu S1 w innym miejscu. W tym układzie R1 zapewnia sygnał wejściowy dla filtra dolnoprzepustowego, który tłumi stany przejściowe i zapewnia krótkie opóźnienie (typowo rzędu 200 ms) dla włączenia układu czasowego. Z kolei ten załącza na zadany czas przełącznik (REL) poprzez tranzystor Q1. Przełącznik załącza dowolny zewnętrzny obwód, typowo jest to syrena alarmowa.

Po aktywacji alarmu przełącznik i alarm wyłączają się automatycznie po upływie pięciu minut, ale można je w dowolnym momencie wyłączyć ręcznie stacją S2. Często alarm można też przetestować w dowolnym momencie, niezależnie od stanu S2, naciskając dodatkowy przycisk, który bezpośrednio zasila przełącznik.

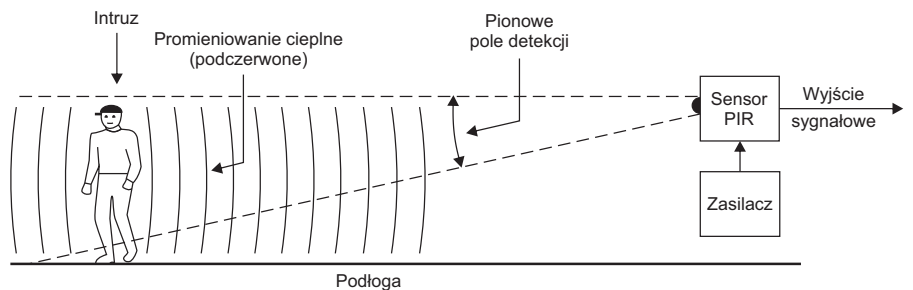
Na **rysunku 4** zaprezentowano w formie obrazka zasadę działania systemu z pasywną czujką podczerwieni (PIR), która służy do wykrywania ruchu i załącza alarm lub włączania oświetlenia w pomieszczeniu. Typowa czujka PIR ma maksymalny zasięg do 12 metrów a jej pole widzenia ma rozpiętość pionową około 15° i rozpiętość poziomą od 90 do 180°. Wykrywa niewielkie ilości promieniowania podczerwonego generowanego przez ludzkie ciało w postaci ciepła. Sygnał alarmowy jest wysyłany wtedy, gdy źródło ciepła porusza się – zmienia się jego lokalizacja w polu widzenia sensora. W odróżnieniu od używanych we wcześniejszych przypadkach (rysunek 2 i 3)

sensorach, takich jak przyciski, czujka PIR jest elementem aktywnym i wymaga zasilania (typowo 12 V i około 20 mA).

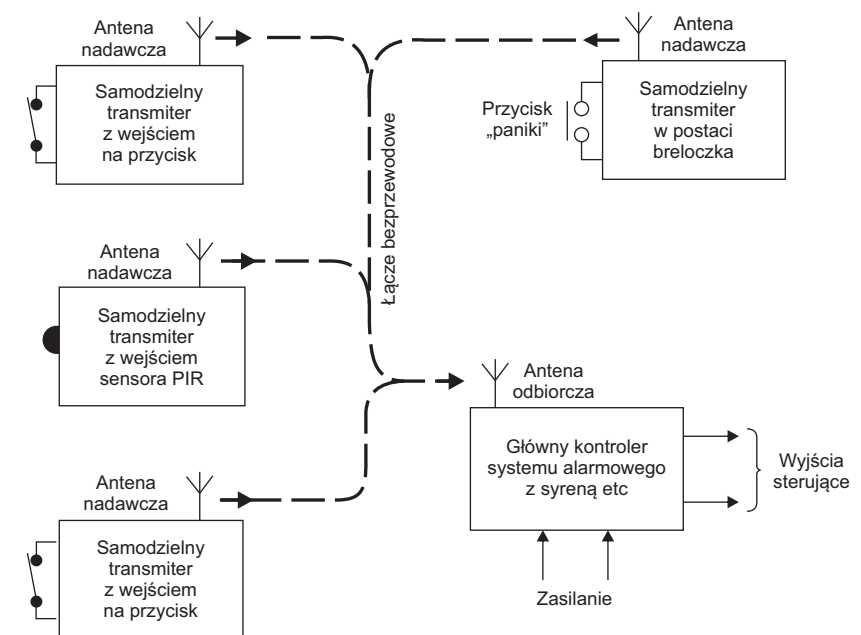
W ostatnim przykładzie, pokazanym w uproszczonej formie na **rysunku 5**, zastosowany jest system bezprzewodowy. W takiej instalacji poszczególne elementy systemu (sensory, jednostka centralna, etc.) komunikują się bezprzewodowo poprzez system radiowy, zazwyczaj działający na częstotliwości 433 MHz lub 868 MHz. Sercem systemu bezprzewodowego jest główny panel sterowania, w którym znajduje się odbiornik i dekodery oraz logika sterująca. W module tym znajduje się także syrena i przekaźniki, które pozwalają na aktywowanie zewnętrznych urządzeń. W poszczególnych sensorach znajdują się małe nadajniki radiowe, które wysyłają do centralki sygnał w momencie



Rysunek 3. Schemat prostego domowego systemu alarmowego



Rysunek 4. System detekcji ruchu za pomocą pasywnej czujki podczerwieni (PIR)



Rysunek 5. Uproszczony schemat bezprzewodowego systemu alarmowego

aktywacji. Sensory te projektowane są tak, by były możliwie energooszczędne; zakłada się co najmniej 6 miesięcy pracy pomiędzy wymianą ich baterii.

Wyróżnia się trzy podstawowe typy sensorów – styki rozwiernie, które wysyłają do centrali alarm w momencie rozwarcia dowolnego elementu w szeregu (jak na rysunku 3), sensory ruchu, które wysyłają do centrali sygnał w momencie np. wykrycia ruchu za pomocą czujki PIR oraz tzw. przyciski „paniki”, które uruchamiają system alarmowy w momencie naciśnięcia przycisku przez użytkownika (np. przycisk napadowy w sklepie). Wszystkie trzy typy czujników wysyłają również ciągle sygnały monitorujące, które ostrzegają o awarii zasilania lub umyślnych zakłóceniach ich działania, dzięki czemu bezprzewodowy system antywłamaniowy zapewnia wysoki stopień ochrony.

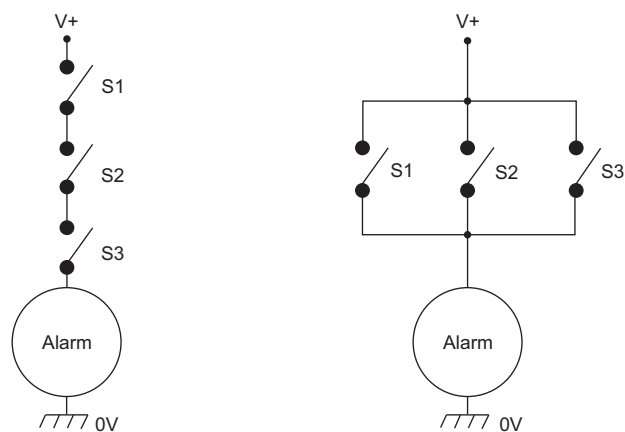
Proste elektroniczne systemy bezpieczeństwa, takie jak te pokazane na rysunkach 2 i 3, można łatwo zbudować samodzielnie, natomiast opłacalne jest konstruowanie bardziej zaawansowanych sensorów, takich jak czujka PIR. Podobnie jest z modułami bezprzewodowymi, które wymagają odpowiedniej certyfikacji dla części nadawczej. Na szczęście większość tego rodzaju sensorów nabyć można w postaci gotowych modułów.

Niezawodność systemu zabezpieczeń

Najważniejszym parametrem każdego elektronicznego systemu bezpieczeństwa jest jego niezawodność w wykonywaniu wyznaczonego zadania. Oznacza to, że takie systemy muszą być łatwe w użyciu, trudne do wyłączenia i mieć dobrą odporność na awarie i generowanie fałszywych alarmów, które bardzo szybko niszczą zaufanie użytkownika do systemu.

Stopień i rodzaje niezawodności wymagane od systemu bezpieczeństwa różnią się w zależności od poziomu niezawodności, jaki system ma zapewnić. Domowe systemy antywłamaniowe (w których tylko kilku członków rodziny ma dostęp do głównych funkcjonalnych części systemu) mają na przykład stosunkowo niskie wymagania w zakresie ochrony przed naruszeniem dostępu, ale systemy antywłamaniowe stosowane w dużych sklepach i innych miejscach, gdzie sporo niepowołanych osób ma łatwy dostęp do obszarów chronionych w godzinach otwarcia tych miejsc, wymagają o wiele wyższego stopnia odporności i zabezpieczeń przed niepowołanym dostępem.

Na niezawodność każdego elektronicznego systemu bezpieczeństwa duży wpływ mają jego elementy składowe. Proste elektromechaniczne sensory, takie jak kontaktrony i wyłączniki naciskowe, mają znacznie wyższy poziom niezawodności niż czujniki elektroniczne, takie jak sensory ultradźwiękowe, mikrofalowe czy PIR. Z drugiej natomiast strony elektroniczne wyłączniki bezpieczeństwa charakteryzuje znacznie wyższy poziom niezawodności niż mechaniczny przełącznik. Dlatego też konieczna jest precyzyjna analiza wymagań i dobór elementów do budowy systemu, zgodnie z założonym poziomem bezpieczeństwa.



Rysunek 6. Różne topologie podłączenia sensorów i układów wykonawczych w instalacji alarmowej: (a) szeregowo lub (b) równoległe

Elementy składowe systemu bezpieczeństwa

Wszystkie elektroniczne systemy bezpieczeństwa składają się z jednego lub więcej sensorów, które generują odpowiednie sygnały w razie wykrycia niebezpieczeństwa. Podłączone są poprzez łącze danych i odpowiedni tor sygnałowy do jednostki sterującej, która reaguje na zmiany stanu sensora, na przykład uruchamiając sygnał alarmowy.

Oprócz samej jednostki sterującej, innymi głównymi elementami każdego elektronicznego systemu bezpieczeństwa są elementy wykonawcze. Każdy z nich podłączony jest do jednostki sterującej jakiegoś rodzaju interfejsem elektrycznym (przewodowym bądź bezprzewodowym). Od rodzaju i niezawodności tych połączeń zależy sposób działania i odporność całej instalacji.

Podstawowe układy łączenia sensorów elektromechanicznych

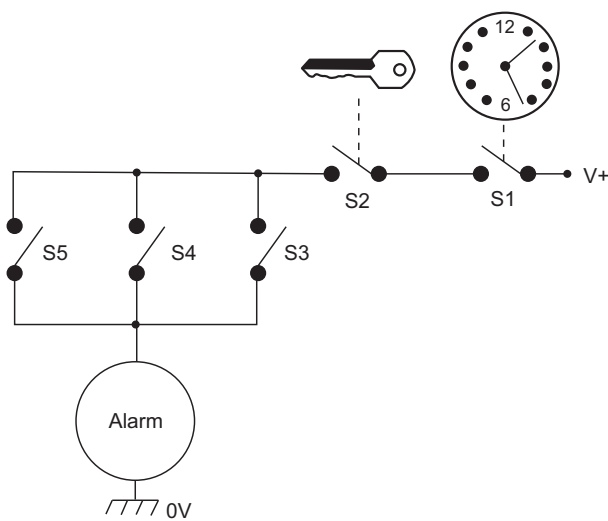
Do aktywacji jednego sygnału alarmowego można użyć kilku czujników z przełączanym wyjściem, łącząc je w odpowiedniej topologii, jak pokazano na **rysunku 6**. W konfiguracji szeregowej alarm włącza się wtedy, gdy jeden z czujników rozłączy styki, które są zwarte w normalnym stanie. W konfiguracji równoległej alarm włącza się, gdy dowolny przełącznik zostanie zamknięty.

W większości rzeczywistych instalacji alarmowych stosuje się różne kombinacje połączeń szeregowych i równoległych, zależnie od wymagań konkretnej aplikacji. Przykład takiego systemu pokazano na **rysunku 7**. Tutaj system alarmowy jest włączany (uzbrajany) poprzez zamknięcie szeregowego przełącznika czasowego S1 i przełącznika kluczowego S2. Po włączeniu alarm można aktywować poprzez naciśnięcie dowolnego z równoległe połączonych przełączników S3...S5.

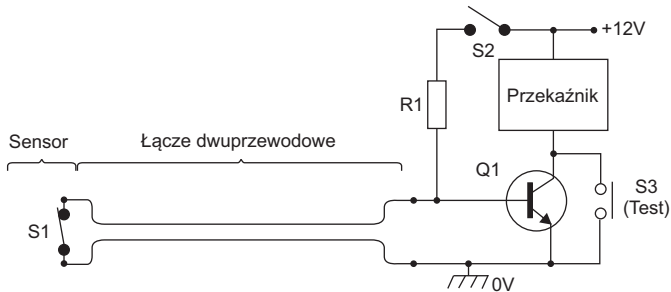
W systemach antywłamaniowych ważnymi i często stosowanymi elementami są sensory normalnie zamknięte, które używane są w sposób zilustrowany na rysunku 3. Są skonfigurowane w układzie tak, że rozłączenie któregośkolwiek z nich powoduje uruchomienie alarmu, ale także przerwanie przewodu pomiędzy nimi również spowoduje jego uruchomienie, co pozwala monitorować ciągłość instalacji. Wadą takiego rozwiązania jest ciągły pobór prądu – przez sensor płynie cały czas niewielki, zależny od R1. Opornik ten powinien mieć dużą rezystancję, aby zredukować pobór prądu, ale wtedy wzrasta podatność układu na zakłócenia.

Łącza danych

Szeregowo podłączone sensory pozwalają na monitorowanie ciągłości połączenia, jednakże nie zawsze jest możliwa realizacja takiego połączenia. Systemy bezpieczeństwa wykorzystują co najmniej dwa łącza danych, które mogą mieć różne długości. Łącza danych



Rysunek 7. Schemat prostego alarmu bezpieczeństwa, wykorzystujący kombinację sensorów połączonych szeregowo i równoległe



Rysunek 8. Dwuprzewodowe podłączenie z normalnie zwartym sensorem zapewnia podstawowe bezpieczeństwo

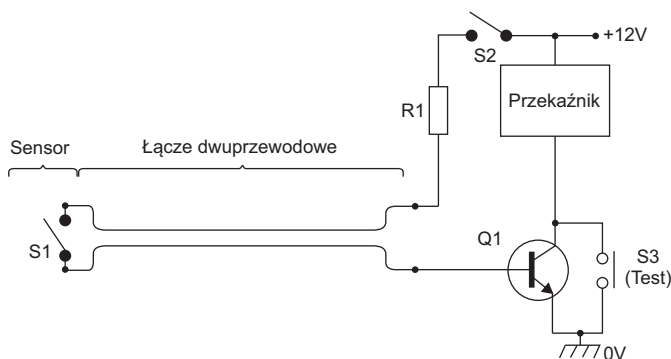
są jednym z głównych elementów składowych systemów zabezpieczenia mienia. Dlatego konieczne jest zapewnienie ich elastyczności i niezawodności.

Większość łączy danych pasuje do jednej z trzech podstawowych kategorii, opisanych poniżej. Oczywiście, niektóre mogą pasować do więcej niż jednej z tych kategorii lub wykorzystywać rozwiązania z dwóch lub nawet trzech z nich.

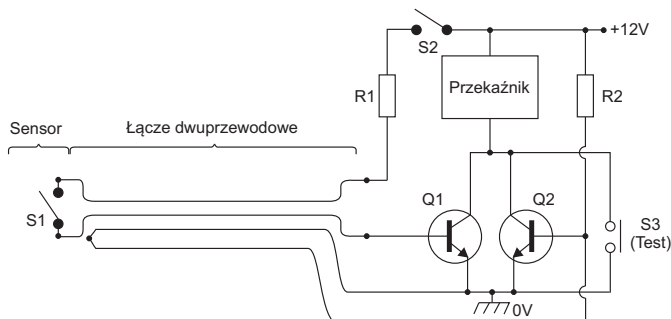
Podłączenia sztywne

Większość przewodowych łączy danych ma postać przewodu wielożyłowego łączącego czujnik lub elementy wykonawcze z główną jednostką sterującą systemu alarmowego. Rysunki od 8 do 10 pokazują przykłady takich połączeń, stosowanych do komunikacji sensorów z wejściem prostej jednostki alarmu przeciwwłamaniowego.

Na **rysunku 8** zaprezentowano podłączenie normalnie zwarty sensor, który może służyć do monitorowania stanu drzwi lub okien. Jest podłączony do urządzenia za pomocą dwóch przewodów. Gdy przełącznik S2 jest zamknięty, Q1 i alarm są uzbrojone. Alarm uruchomi się, gdy S1 zostanie rozarty lub przewód podłączający sensor zostanie przypadkowo (lub celowo) uszkodzony. Z drugiej strony, jeśli sensor



Rysunek 9. Dwuprzewodowe podłączenie z normalnie rozartym sensorem



Rysunek 10. Czteroprzewodowe podłączenie używane z normalnie otwartym przełącznikiem

S1 w podobnym układzie (**rysunek 9**) jest elementem normalnie otwartym, na przykład takim jak mata ciśnieniowa, to o ile układ może działać normalnie, to w przypadku uszkodzenia przewodów nie zostanie to wykryte – obwód ten ma zatem słabą ochronę przeciwsabotażową.

W ostatnim przypadku mamy do czynienia z odmianą powyższego obwodu, ale zmodyfikowaną celem uzyskania wyższego poziomu bezpieczeństwa. System pokazany na **rysunku 10** wykorzystuje do podłączenia do normalnie otwartego sensora cztery przewody. Dwa z nich podłączone są do sensora, a dwa dodatkowe są zwarte na końcu linii (przy sensorze). Dwa zwarte przewody pełnią funkcję sensora przeciwsabotażowego – są dodatkowym sensorem. Gdy uszkodzony zostanie przewód, system uruchomi alarm. Obwód ten ma zatem doskonałą skuteczność przeciwsabotażową i jest często stosowany w miejscach, w których ludzie mają łatwy dostęp do części systemu alarmowego w czasie, gdy nie jest on aktywny.

Łącza optyczne

Łącza optyczne i transoptory są często stosowane w aplikacjach, w których nie jest możliwe lub wygodne użycie klasycznego, przewodowego łącza danych, jakie opisano powyżej. Łącza optyczne występują w trzech podstawowych typach, są to albo podczerwone łącza oparte na wiązce światła, łącza laserowe albo światłowodowe.

Łącza wykorzystujące wiązkę światła podczerwonego są stosowane głównie w systemach zdalnego sterowania krótkiego zasięgu (mniej niż sześć metrów), ale mogą być skuteczne na odległościach do około 20 m, z dodatkowym układem optycznym. Urządzenia takie są czasami używane (w zastosowaniach domowych) jako łącza danych między np. oddalonymi budynkami gospodarczymi itp. a centralą alarmową. Analogicznie, lasery stosowane są w aplikacjach średniego zasięgu, w których nie jest możliwe zastosowanie przewodowego łącza danych.

Światłowodowe łącza danych są stosowane głównie w systemach, w których łącza jest dość długie (większej niż 10 metrów) i wymaga szerokiego pasma sygnału. Połączenie światłowodowe może działać przy dużym zasięgu, nawet kilku kilometrów.

Łącza radiowe

Bezprzewodowe łącza danych są szeroko stosowane w nowoczesnych domowych systemach alarmowych w celu połączenia różnych czujników systemu z główną jednostką sterującą, co znacznie zmniejsza problemy instalacyjne i umożliwia sterowanie systemem za pomocą małego nadajnika w postaci pilota. Większość systemów tego typu ma zasięg do 30 metrów, ale zaawansowane systemy radiowe mogą zaoferować większy zasięg, jeśli istnieje konieczność podłączania znajdujących się dalej sensorów. Łącza radiowe nie wymagają, tak jak łącza optyczne, aby odbiornik i nadajnik były w zasięgu wzroku. Większość systemów radiowych dosyć dobrze radzi sobie z przeszkodami takimi jak ściany itp.

Podsumowanie

W artykule omówiliśmy podstawowe elementy architektury typowych instalacji alarmowych, stosowane w systemach ochrony mienia. Jakkolwiek postęp technologii sprawia, że urządzenia tego typu są coraz bardziej złożone i rozbudowane, to ich architektura i sposób projektowania nie zmienia się. Takie podejście zapewnia niezawodność i wysoki poziom bezpieczeństwa tych krytycznych systemów.

Nikodem Czechowski, EP

Źródła:

1. Magazyn „Nuts & Volts”, luty 1998, <https://bit.ly/2URAYXp>
2. Magazyn „Nuts & Volts”, marzec 1998, <https://bit.ly/3aU60sb>