

*XXI Seminarium*

**ZASTOSOWANIE KOMPUTERÓW W NAUCE I TECHNICIE' 2011**

Oddział Gdański PTETiS

Referat nr 29

## ULTRADŹWIĘKOWY MODUŁ ANTYMASKINGU DLA CZUJEK RUCHU PIR

**Piotr ŻÓLTOWSKI<sup>1</sup>, Stanisław GALLA<sup>2</sup>**

1. Polska Fabryka Wodomierzy i Ciepłomierzy FILA  
tel.: 696 544 398 e-mail: piotr.zoltowski@fila-sztum.pl
2. Katedra Optoelektroniki i Systemów Elektronicznych, Politechnika Gdańska  
tel: (58) 347 17 37 fax: (58) 341 61 32 e-mail: galla@eti.pg.gda.pl

**Streszczenie:** Przedstawiono podstawowe założenia, jakie powinien spełniać moduł funkcji antymaskingu, stosowany wraz z czujnikami ruchu opartymi o technologię PIR, umożliwiającą spełnienie podstawowych wymagań zawartych w normach serii EN50131. W oparciu o wymagania, stworzono układ spełniający wszystkie wymagania zawarte w normach i dostosowano go do zainstalowania w istniejących obudowach czujek. W pracy przybliżone zostaną podstawy teoretyczne zjawisk wykorzystywanych do wykrywania zamaskowania czujnika ruchu (PIR) oraz omówione zostaną podstawowe procesy i kryteria doboru układu antymaskingu opartego o pasywne czujki ultradźwiękowe. Przedstawione zostaną uzyskane wyniki badań wykrywania typowych metod maskowania czujników.

**Słowa kluczowe:** : antymasking, maskowanie, ultradźwięki.

### 1. INFORMACJE OGÓLNE

#### 1.1. Czujniki w systemach alarmowych

Czujki, są integralną częścią całego systemu alarmowego, stanowią one tzw. „oczy i uszy” systemu. Podstawowymi czujkami są:

- a) czujniki ruchu typu PIR,
- b) czujki mikrofalowe (MW),
- c) czujki ultradźwiękowe,
- d) czujki mikrofonowe (zbitcia szkła),
- e) czujki udarowe (sejsmiczne i drgań),
- f) czujniki dualne (wykorzystujące techniki np.: MW+PIR).

W celu zapewnienia poprawnej pracy systemu, zaleca się aby czujniki wszelkiego rodzaju były odporne na zamaskowanie. Jest to tzw. funkcja antymaskingu, i oznacza ona dosłownie, funkcję zabezpieczającą czujnik przed maskowaniem (ograniczeniem pola detekcji, danego czujnika). Jest ona wymagana dla czujników stopnia 3 zgodnie z wymaganiami zawartymi w normie EN50131-2-5 [1]. Wymagania zawarte w normie [1] przedstawiają bardzo dokładnie, metody przeprowadzania testów antymaskingu oraz informację na temat warunków jakie musi spełniać czujnik wyposażony w taką funkcję.

#### 1.2. Podstawowe wymagania normalizacyjne

Zgodnie z wymaganiami zawartymi w [1] czujki wyposażone w funkcję antymaskingu, muszą wykrywać:

- a) intruza w polu działania,
- b) maskowanie,
- c) sabotaż,
- d) zbyt niski poziom napięcia zasilania
- e) oraz wykonywać lokalny autotest.

Co zgodnie z normą, rozumie się, że:

- granica działania czujki, powinna być zgodna z dokumentacją producenta, natomiast możliwość wykrywania maskowania, powinna być realizowana w odległości od 1 m do 2 m od centralnej osi pola działania czujki.

- maskowanie rozumie się, jako wykrywanie zasłonięcia czujnika przez :

- a) pasek matowego czarnego papieru,
- b) pasek aluminium o grubości 2mm,
- c) pasek przezroczystego akrylu o grubości 3mm,
- d) pasek białej pianki polistyrenowej,
- e) pasek samoprzylepnego przezroczystego winylu,
- f) bezbarwny plaster w sprayu,
- g) przezroczysty polyskliwy.

- sabotaż, może polegać na próbie dostania się do wnętrza czujki w celu jej unieszkodliwienia, umieszczenia źródła bardzo silnego pola magnetycznego w pobliżu czujki, oraz obrót czujki o kąt 15°, który ma na celu zmianę pola detekcji,

- zbyt niskie napięcie zasilania jest rozumiane jako napięcie, które jest poniżej 25% napięcia nominalnego,

- funkcja autotestu, oznacza że czujka powinna wykonywać raz na 24 godziny lokalny test działania i wysłać odpowiednią informację do centrali. Przykładowym autotestem, podanym w normie jest zwanie wyjścia sygnałowego czujki do masy, co powinno skutkować wygenerowaniem sygnału awarii, natomiast nie powinny być wygenerowane sygnały związane z sabotażem, ani z maskowaniem.

## 2. CZUJNIK ULTRADŹWIĘKOWY

Czujniki ultradźwiękowe, mogą wykorzystywać dwa podstawowe zjawiska, podczas swego działania:

- zjawisko odbicia,
- efekt (zjawisko) Dopplera.

W wykorzystywanych czujkach generowane są fale ultradźwiękowe za pomocą przetworników piezoelektrycznych, fale te są falami podłużnymi. Fala podłużna po odbiciu od granicy ośrodków o różnych gęstościach, powoduje powstanie dwóch fal odbitych, jednej podłużnej i jednej poprzecznej. Efektem tego jest podział energii fali padającej po połowie dla każdego rodzaju fal. Natomiast zjawisko Dopplera występuje, wtedy, gdy obiekt wykrywany wykonuje ruch, względem stacjonarnego odbiornika. Ruch ten powoduje zmianę częstotliwości fali odbitej, względem fali padającej zgodnie ze wzorem:

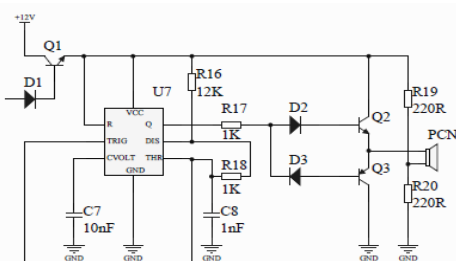
$$f' = \frac{c + v}{\lambda} = \left(\frac{c + v}{c}\right)f = \left(1 + \frac{v}{c}\right)f \quad (1)$$

gdzie:  $v$  – prędkość obiektu,  $c$  – prędkość propagacji fali w ośrodku,  $f$  – częstotliwość fali padającej,  $f'$  – częstotliwość fali odbitej

W zastosowanym układzie czujnika wykorzystano tylko zjawisko odbicia, co znacząco pozwoliło obniżyć koszty czujki. Przeprowadzona analiza wymagań sprzętowych wskazała, że w przypadku zastosowania wykrywania maskowania w oparciu o zjawisko Dopplera, należałoby wyposażyć czujkę w procesor sygnałowy, detektor ultradźwiękowy o znacznie szerszym paśmie detekcji oraz innych wzmacniaczy operacyjnych o znacznie wyższych wymaganiach.

### 2.2. Budowa układu

Część nadawcza czujnika, została zrealizowana w oparciu o znany i tani układ timera 7555, którego wykorzystano w konfiguracji generatora astabilnego przebiegu prostokątnego o częstotliwości 40 kHz. Generowany sygnał trafia przez diodę na układ wtórnika przeciwstawnego, który wzmacnia moc sygnału podawanego na przetwornik piezoelektryczny (rysunek 1).

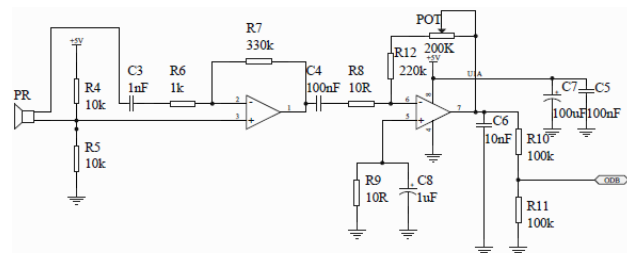


Rys. 1. Schemat ideowy układu nadajnika ultradźwiękowego

Odbiorczą część układu składa się z przetwornika piezoelektrycznego pełniącego rolę odbiornika. Do wzmocnienia sygnału odebranego, wykorzystane są dwa stopnie wzmacniające, zrealizowane na wzmacniaczach operacyjnych NE5532AD (rysunek2), charakteryzujących się stosunkowo niskimi szumami własnymi.

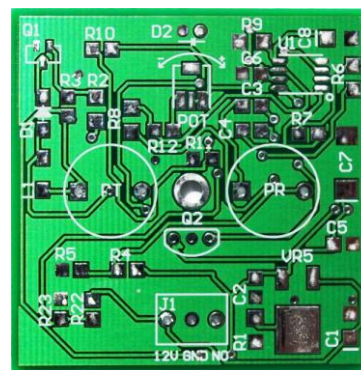
Funkcje wykonawcze, są realizowane przez mikrokontroler ATtiny861 firmy Atmel. Przeprowadzone symulacje pracy

układu z uwzględnieniem wpływu zmian temperatury oraz z uwzględnieniem tolerancji zastosowanych elementów wykazały, iż możliwe zmiany częstotliwości generowanej wynoszą  $\pm 5$  kHz. Przyjęty czas trwania impulsu załączającego układ generacji sygnału ultradźwiękowego wynosi 30  $\mu$ s. Układ mikrokontrolera po wygenerowaniu impulsu zaczyna przez okres 9 ms oczekiwać na falę odbitą. Czas oczekiwania jest wystarczający do przebycia przez falę drogi o dystansie 3 m. Po tym czasie następuje stan wstrzymania pracy czujki przez 35 ms (generacji sygnałów). Jest on niezbędny do wyeliminowania sygnałów odbitych od różnych przedmiotów znajdujących się poza polem detekcji czujki np.: krzesła, ściany itp. Po upływie tego czasu czujka wykonuje testowanie poziomu zasilania oraz sprawdza czy nie nastąpiła próba sabotażu. Następnie po sprawdzeniu wszystkich funkcji realizowanych, zostaje nadany kolejny impuls sprawdzający maskowanie.

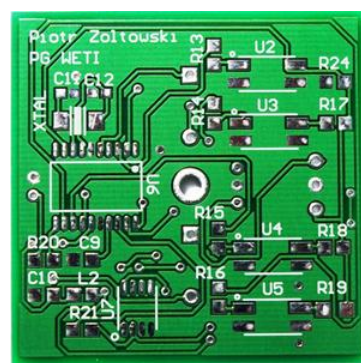


Rys. 2. Schemat ideowy układu odbiornika ultradźwiękowego

Na rysunkach 3 i 4 zostały przedstawione zdjęcia fizycznej płytki modułu antymaskingu, wykorzystującej nadajnik ultradźwiękowy do detekcji maskowania.



Rys. 3. Widok górnej warstwy płytki (warstwa top)



Rys. 4. Widok dolnej warstwy płytki (warstwa bottom)

### 3. BADANIA UKŁADU

#### 3.1. Badania funkcjonalne

W celu pomiaru granicy zasięgu modułu antymaskingu, badany czujnik został zawieszony na wysokości zalecanej do montażu tego typu czujek, wynoszącej 2 m. Pomiarowy obszar kontrolny, posiadał długość 2 m wzdłuż osi centralnej czujki oraz szerokość 4m. Uzyskane wyniki wskazywały na maksymalny zasięg wykrywania wynoszącym niecałe 2m. Następnie przeprowadzono badania maskowania zgodnie z wymaganiami normalizacyjnymi. W tabelicy 1 podano wyniki pomiarów maskowania dla poszczególnych materiałów maskujących.

Tablica 1. Pomiary funkcjonalne maskowania

Numer próbki:	Próbka:	Odległość 0 mm:	Odległość 50mm:
1	pasek matowego czarnego papieru	wykrywa	wykrywa
2	pasek aluminium o grubości 2mm	wykrywa	wykrywa
3	pasek przezroczystego akrylu o grubości 3mm	wykrywa	wykrywa
4	pasek białej pianki polistyrenowej	wykrywa	wykrywa
5	pasek samoprzylepnego przezroczystego winylu	wykrywa	—
6	bezbarwny plaster w sprayu	wykrywa	—
7	przezroczysty połyskliwy lakier	wykrywa	—

Wykonano również pomiary poboru prądu, podczas pracy czujnika i wynoszą one w zależności od stanu czujnika od 45 mA (rozruch) do 86 mA (alarm).

#### 4. WNIOSKI KOŃCOWE

Opracowany moduł antymaskingu oparty o czujniki ultradźwiękowe, wykrywa wszystkie przedmioty mogące spowodować znaczne ograniczenie pola wykrywania określone w normie [1]. Posiada ona stosunkowo krótki zasięg, ograniczony (programowo) do ok. 1,5 m. Ograniczenie to wynika z tego, że przy większym zasięgu mogłaby ona wykrywać ściany, sufit, podłogę lub inne przedmioty znajdujące się w pomieszczeniu, jako maskowanie. Równocześnie w przypadku zastosowania czterech takich modułów i zastosowaniu odpowiednio przygotowanej modyfikacji programowej, możliwe będzie określenie położenia obiektu maskującego (bez konieczności ingerowania w układ elektroniczny). Należy stwierdzić, że w prezentowanym module udało się uzyskać wszystkie zakładane parametry techniczne.

#### 5. BIBLIOGRAFIA

1. Polska Norma, PN-EN 50131-2-5, Systemy alarmowe. Systemy sygnalizacji włamania i napadu, PKN, Warszawa 2008.
2. Śliwiński A.: Ultradźwięki i ich zastosowania, wydanie II, WNT, Warszawa 2001. ISBN 83-204-2567-0
3. Górski K.: Timer 555 w przykładach, BTC, Warszawa 2004. ISBN 83-921073-5-7
4. Horowitz P., Hill W.: Sztuka elektroniki. Tom 1 i 2, wydanie II, WKiŁ, Warszawa 2004. ISBN 83-206-1128-8

## ULTRASONIC MODULE OF ANTI-MASKING FOR PIR SENSORS

**Key-words:** anti-masking, masking, ultrasonic.

The basic assumptions to be met by anti-masking function module, used with motion sensors PIR-based technology that enables the fulfillment of basic requirements of the EN50131 series of standards. Based on the requirements, developed system meets all of the requirements contained in the standards and adapted it to install in existing cabinets detectors. The work, will approximate the theoretical basis used to detect phenomena masking motion sensor (PIR) and will discuss the basic process and criteria for selection of anti-masking system based active ultrasonic sensors. Presented are the results of research methods to mask the detection of typical sensors.

