

## KONSTRUKCJA I OPROGRAMOWANIE NAPĘDU BRAMOWEGO ZINTEGROWANEGO Z INTELIGENTNYM BUDYNKIEM

### Streszczenie

*Głównym celem i osiągnięciem tej pracy jest zaprojektowanie i zintegrowanie napędu bramy inteligentnego budynku z instalacją automatyki budynku. Opracowano ponadto stanowisko badawcze, które pozwala na zbadanie różnych opcji sterowania napędem bramowym.*

### WSTĘP

Wraz z rosnącym zainteresowaniem inteligentnymi budynkami zmieniają się wymagania użytkowników dotyczące funkcjonalności tych obiektów. Powstają nowe koncepcje instalacji prosumenckich oraz energooszczędne rozwiązania w automatyce budynków [1, 4]. Stwarza to potrzebę integracji z inteligentnym budynkiem coraz większej liczby systemów. Dzięki stale rozwijającej się technice można obecnie integrować ze sobą wiele środowisk. Wraz z taką możliwością powstają projekty integrujące napędy bramowe z automatyką budynku i inteligentnym budynkiem. Systemy takie mają zapewnić wysoką skuteczność oraz zautomatyzowanie procesów. Rozwiązania te potrafią obniżyć koszty użytkowania obiektu oraz wpływać na podniesienie bezpieczeństwa obsługi. Coraz więcej osób stosuje je stawiając również na wygodę i nowoczesność we własnym domu lub zakładzie pracy.

Automatyka bramowa jest stale rozwijającą się dziedziną w budownictwie. Istnieją podstawowe typy bram w zależności od rodzaju otwierania ich skrzydeł. Są to bramy przesuwne i rozwierane. Dobór odpowiedniego rozwiązania zależy od ogrodzenia i powierzchni manewrowej wewnątrz posesji. Siłownik napędzający bramę musi udźwignąć skrzydło i wraz z założeniem projektowym posiadać zapas mocy w razie opadów śniegu.

### 1. PRZEGLĄD TYPÓW BRAM

Budując dom należy liczyć się z koniecznością zamontowania bramy. Bardzo często jest to zarówno brama wjazdowa jak i garażowa. Mają one bardzo duże znaczenie, jeśli chodzi o bezpieczeństwo zarówno mieszkańców jak i mienia znajdującego się w domu oraz na terenie posesji. Przy wyborze bramy oprócz funkcjonalności należy zwrócić uwagę na materiały, z jakich jest wykonana oraz na wygląd. Najczęściej stosowanymi materiałami do produkcji bram są drewno i metal. Bramy wjazdowe wykonane z drewna wymagają od użytkownika większego nakładu czasu poświęconego na konserwację, gdyż drewno niezbyt dobrze znosi trudne warunki atmosferyczne. Bramy wjazdowe metalowe wydają się być bardziej wytrzymałe na niekorzystne warunki pracy niż bramy drewniane, nie są jednak idealnym materiałem a to ze względu na ich podatność na korozję. Dzięki zastosowaniu odpowiednich stopów oraz powłok antykorozyjnych podatność ta jest stale zmniejszana, wiąże się to jednak z wyższymi kosztami takiej bramy a na to nie każdy użytkownik może sobie pozwolić. Bramy metalowe cechują się jednak wyższą odpornością na uszkodzenia mechaniczne niż bramy drewniane, ich wygląd może być również dowolnie kształtowany, począwszy od prostych wzorów, a skończywszy na skomplikowanych konstrukcjach realizowanych w pracowniach kowalstwa artystycznego.

Bramy garażowe mają nieco inną budowę i co za tym idzie inne właściwości niż bramy wjazdowe, a to ze względu na ich pracę w dość specyficznych warunkach, gdzie różnica temperatur między stroną znajdującą się wewnątrz garażu, a stroną będącą na zewnątrz w skrajnych przypadkach może dochodzić nawet do 50 °C. Stwarza to konieczność zastosowania w takiej bramie warstwy odpowiedzialnej za izolację termiczną, aby uchronić budynek przed znacznymi stratami ciepła i właściciela przed dodatkowymi kosztami. Sekcje bram o profilach stalowych wypełnione są zazwyczaj warstwą bezfreonowej pianki poliuretanowej, natomiast sekcje bram o profilach drewnianych posiadają wypełnienie w postaci wkładki z twardej pianki. Zastosowanie takich materiałów, jako wypełnienia zapewnia dobrą izolację termiczną i akustyczną. Spośród bram garażowych drewnianych można wyróżnić także bramy nieposiadające wypełnienia, a składające się z kilku warstw litego drewna. Nie gwarantują one może tak dobrej izolacji termicznej i akustycznej, ale są dużo bardziej odporne na uszkodzenia mechaniczne i tym samym zapewniają większe bezpieczeństwo w przypadku próby rabunku niż bramy drewniane z wypełnieniem.

#### 1.1. Bramy wjazdowe

Bramy wjazdowe zbudowane są najczęściej ze stali. Są one zespawane z elementów kutech bądź z profili walcowanych. Spotykane są również konstrukcje, gdzie elementami metalowymi są tylko ramy nośne wypełnione sztachtami drewnianymi bądź sztachtami z tworzyw sztucznych, ważne jest jednak, aby konstrukcja bramy była solidna zapewniając jej stabilność i odpowiednią sztywność. Ze względu na typ, bramy wjazdowe można podzielić na bramy skrzydłowe i bramy przesuwne (Rys. 1).

Brama skrzydłowa (uchyłna) (Rys. 2), która podkreśla tradycyjny charakter zabudowy, jest najczęściej spotykaną bramą wjazdową. Składa się ona z jednego lub dwóch skrzydeł, z których każde zawieszono jest na zawiasach zamocowanych do słupka. Zgodnie z polskimi przepisami zarówno brama jak i furtka muszą otwierać się do wewnątrz posesji i dlatego podjazd do garażu, czy miejsca postojowego powinien być na tyle długi, aby skrzydło mogło się swobodnie otworzyć. Szczególnym i rzadko spotykanym przypadkiem bramy skrzydłowej jest brama jednoskrzydłowa (Rys. 3). Stosowana jest podobnie jak brama dwuskrzydłowa na posesjach z wąskimi działkami, gdzie szerokość wjazdu jest stosunkowo niewielka a długość podjazdu na tyle duża, że umożliwia swobodne zamknięcie i otwarcie skrzydła kiedy samochód stoi na podjeździe [3].



Rys. 1. Brama przesuwna z napędem

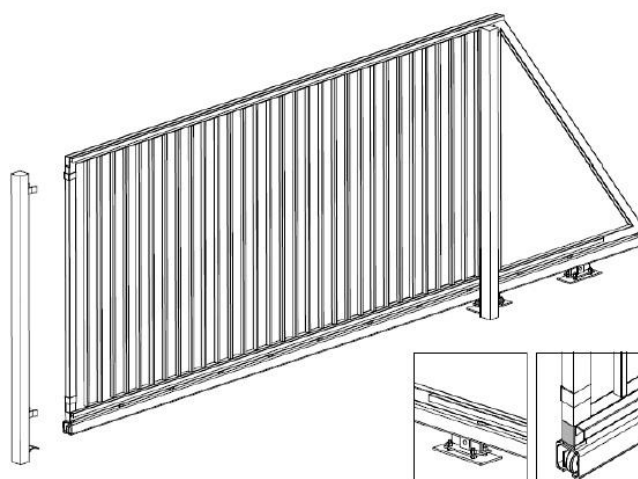


Rys. 2. Brama dwuskrzydłowa [2]



Rys. 3. Brama wjazdowa jednoskrzydłowa [3]

Ciekawą alternatywą dla bram skrzydłowych są ostatnio coraz częściej stosowane bramy przesuwne. Bardzo dużą popularnością wśród bram przesuwnych cieszą się bramy przesuwne samonośne (Rys. 4), niewymagające montażu dodatkowych urządzeń na nawierzchni drogi przesuwu.



Rys. 4. Brama wjazdowa przesuwna [2]

## 2. ZASTOSOWANIE NAPĘDÓW BRAMOWYCH W NOWOCZESNYM BUDYNKU

Hasło „Nowoczesny budynek” w dzisiejszym świecie jest szerokim pojęciem, lecz w dużym stopniu wiąże się ono z zastosowaniem automatyki i nowoczesnej elektroniki w życiu codziennym i wszystkim, co nas w domu otacza. Wszystkie te zastosowania muszą łączyć się w jeden organizm i współpracować ze sobą.

Ewolucja bram również przebiegała w dużej mierze wraz z rozwojem techniki. Od drewnianych płotów mechanicznych za pomocą siły ludzkich mięśni po średniowieczne mechanizmy grawitacyjne, a kończąc na zdalnie sterowanych bramach w dzisiejszej dobie.

Zdalne sterowanie to kolejne z serii udogodnień w automatyce bramowej. Jest ono konieczne, by w pełni zautomatyzować pracę bramy wjazdowej. Najpopularniejszym rozwiązaniem jest zastosowanie pilota zdalnego sterowania, który korzysta z kodowanego sygnału radiowego. Piloty takie mogą wyglądać różnie - od prostych urządzeń z dwoma przyciskami, po bardziej rozbudowane, które poza obsługą bramy wjazdowej mogą służyć do sterowania innymi urządzeniami w domu i ogrodzie. Nowoczesne napędy wyposażone są w funkcję wysyłania informacji zwrotnej po wykonaniu polecenia. Oznacza to, że na pilocie mamy potwierdzenie wykonania danego ruchu lub informację o przeszkodzie, która to uniemożliwiła. Informacje takie możemy również otrzymywać na panelu informacyjnym w mieszkaniu. Dom może reagować zamknięciem drzwi na zamknięcie bramy kiedy opuszczamy posesję. Napędy takie mają też możliwość obsługi przez Internet, czy smartfona, w momencie, gdy system bramy zintegrowany jest z centralką sterującą domem czy każdym innym budynkiem. Do uruchamiania bramy oprócz pilotów można stosować też sterowniki różnego typu: kodowane (z podświetlaną klawiaturą), na klucz, transpondery, czy skanery linii papilarnych. Również na reakcję bramy może być zaprogramowany dom i tworzyć razem z inteligentnym budynkiem jeden system.

W bramie można również umieścić szereg innych aktorów i sensorów instalacji inteligentnej, które będą współdziałać z domowym systemem. Automatycznie otwierana brama wjazdowa powinna być wyposażona w urządzenia i funkcje zapewniające pełne bezpieczeństwo użytkowania. Największym zagrożeniem jest możliwość przycięcia przez zamykające się skrzydło przedmiotów lub osób znajdujących się w świetle bramy. Rozwiązaniem tego problemu są fotokomórki (Rys. 5).

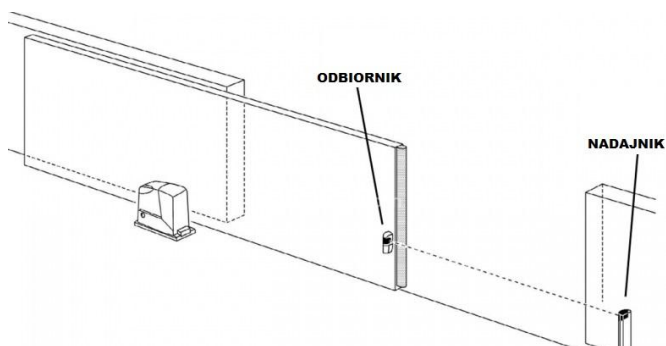


Rys. 5. Fotokomórka w bramie przesuwnej

Zwykle stosuje się tylko jeden ich zestaw. Składa się on z nadajnika i odbiornika, które montuje się po dwóch stronach skrzydła. To wystarczy, gdy mamy jednoskrzydłową bramę przesuwającą. Jednak przy bramach rozwiernych ich producenci zalecają dokupienie dodatkowego zestawu i zamocowanie go blisko czoła skrzydeł bramy znajdującej się w pozycji otwartej. Zasada działania fotokomórki jest prosta - nadajnik wysyła wiązkę promieniowania podczerwonego do odbiornika. Kiedy dociera ona bez przeszkód, napęd uruchamia bramę. Gdy na jej drodze znajduje się osoba lub rzecz, wiązka zostanie przecięta. Wówczas do centrali wysyłany jest sygnał, który powoduje natychmiastową, automatyczną zmianę kierunku ruchu bramy. Dzięki tej prostocie działania, fotokomórki są dość niezawodnym zabezpieczeniem. Wyjątek stanowią zimowe miesiące - mokry śnieg potrafi skutecznie "oślepić" fotokomórki i unieruchomić bramę (naprawa takiej usterki jest nieskomplikowana, wystarczy oczyścić nadajnika odbiornik) [9].

Nowoczesne centrale sterujące wyposażone są w funkcję testu wykonywanego przed każdym cyklem pracy - uniemożliwia on uruchomienie siłowników, jeśli fotokomórki są niesprawne.

Częstym zabezpieczeniem jest również zabezpieczenie przeciwniecieniowe. To moduł w centrali sterującej, który kontroluje siłę, z jaką działa napęd. Jeśli fotokomórka nie wykryje przeszkody, moduł zabezpieczenia przeciwniecieniowego zareaguje na wzrost siły potrzebnej do przesunięcia skrzydła (a tak dzieje się wtedy, gdy brama natrafia na opór), wtedy siłowniki zmieniają kierunek ruchu (Rys. 6) [8, 9].

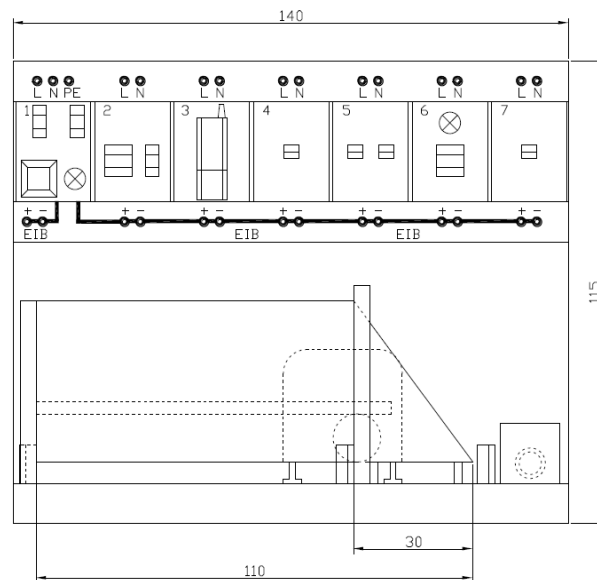


Rys. 6. Schemat układu fotokomórek w bramie przesuwnej [9]

Każda brama z automatyką powinna zostać wyposażona w lampę ostrzegawczą, która pulsuje lub miga, gdy skrzydła są w ruchu. Sygnalizację taką można połączyć z sygnalizacją w mieszkaniu wraz z centralą sterującą budynkiem, który będzie informował o zagrożeniach w ustalony i zaprogramowany przez programistę instalacji sposób. Łącząc bramę z domem przewodem magistralnym KNX/EIB można uzyskać wiele dogodnych rozwiązań, które pozwolą zaprogramować bramę w sposób, w który ma wykorzystywać w pełni jej możliwości. Zasilanie magistrali może zostać wykonane niezależnie od zasilania instalacji odbiorczych. Jako źródła autonomiczne wykorzystuje się panele fotowoltaiczne lub ogniwa paliwowe [5].

### 3. MODEL INTELIGENTNEJ INSTALACJI ZINTEGROWANEJ Z BRAMĄ WJAZDOWĄ

Model instalacji inteligentnej zintegrowanej z bramą wjazdową składa się z urządzeń magistralnych współpracujących ze sobą i w dużym stopniu wykorzystujących możliwości bramy wjazdowej (dwa sensory i dwa aktory). W przyszłości może być rozbudowany o dodatkowe urządzenia w celu rozszerzenia badanych funkcji inteligentnego domu.



Rys. 7. Stanowisko laboratoryjne, widok z przodu: 1 - sekcja zasilacza magistrali, 2, 6 - sekcja sensora oświetlenia, 3 - sekcja centrali radiowej, 4, 5, 7 - sekcja aktora

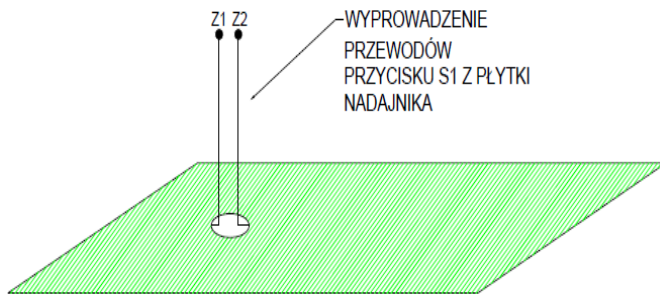
### 4. URZĄDZENIE OTWIERAJĄCE BRAMĘ ZINTEGROWANE Z POJAZDEM

Urządzenie otwierające bramę ma za zadanie zautomatyzować proces jej obsługi.

System ma identyfikować samochód z zamontowaną nakładką nadającą w taki sposób, aby brama reagowała na wysyłany sygnał otwarciem skrzydła i umożliwiała wjazd bądź wyjazd pojazdu z posesji. Rozwiązanie to ma na celu zapewnienie komfortu wjazdu na posesję bez wychodzenia z auta bądź używania specjalnego pilota dołączonego do zestawu.

Projekt wykorzystuje zestaw do montażu własnoręcznego firmy AVT. Jest to model o numerze 2298/29, którym jest nadajnik radiowy nadający na częstotliwości 433,92 MHz z możliwością minimalnego dostrojenia za pomocą cewki. Układ ten jest bazą projektu nakładki na zapięcie od pasa. Odbiorniki bramy, które są w zestawach odbierają sygnał na takiej samej częstotliwości jak powyższy nadajnik, co skutkuje bezproblemową współpracą obydwu urządzeń. Prąd pobierany przez nadajnik wynosi 3 mA, napięcie zasilające 9V [6][7].

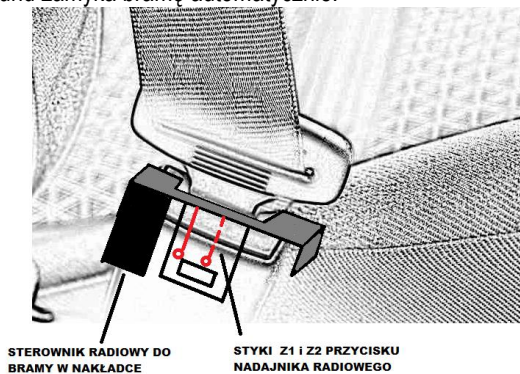
Projekt zakłada wyprowadzenie przewodów przycisku z pilota i stworzenie przycisku łączeniowego za pomocą wprowadzanego do zamknięcia pasa kierowcy. Układ powoduje zamknięcie pętli przycisku, który po włożeniu pasa do zamka powoduje ciągłą pracę układu nadajnika, który wysyła sygnał do odbiornika bramy i powoduje otwarcie skrzydła.



Rys. 8. Schemat wyprowadzenia przycisku z modułu radiowego

## 5. SCHEMAT DZIAŁANIA MODUŁU

Kierowca wsiadający do auta na posesji zapina pas, co w rezultacie łączy wyprowadzenie przycisku i powoduje wysyłanie do bramy sygnału otwarcia. Pojazd wyjeżdża z posesji i oddala się od bramy, co powoduje powstanie odległości między nadajnikiem a odbiornikiem a w rezultacie brak połączenia. W momencie przerwania połączenia brama nie dostaje sygnału otwarcie i dzięki zaprogramowanemu aktorowi ABB JA/S 4.6.1 po czasie przykładowo 60 sekund zamyka bramę automatycznie.



Rys. 9. Uproszczony schemat nakładki nadajnika

W kolejnym przypadku samochód właściciela zbliżający się na pewną odległość do posesji wysyła sygnał do bramy po osiągnięciu dostatecznej odległości i powoduje otwarcie bramy zanim samochód zbliży się do skrzydła, po czym wjeżdża na posesję. Działanie to jest możliwe dzięki zapiętemu w czasie jazdy pasowi, którego nadajnik wysyła ciągle sygnał otwarcia odbierany przez bramę po przekroczeniu odpowiedniej odległości między nadajnikiem, a odbiornikiem. Po przyjeździe kierowca odpina pas, co w rezultacie rozłącza pętlę układu i przestaje wysyłać sygnał, a zaprogramowana brama zamyka się po przykładowych 60 sekundach.

## PODSUMOWANIE

Przedstawiono model integracji inteligentnego budynku z automatyką bramy wjazdowej. Otwarcie i zamknięcie skrzydła jest realizowane z wykorzystaniem urządzeń magistralnych. Dzięki projektowi została ukazana współpraca systemów inteligentnych z automatyką bramową. Modułowa budowa stanowiska pozwala na dalszą rozbudowę o dodatkowe urządzenia wchodzące w skład inteligentnego budynku.

Zrealizowana została również część praktyczna polegająca na zaprojektowaniu stanowiska laboratoryjnego umożliwiającego sterowanie automatyczną bramą wjazdową do posesji zintegrowaną z systemem KNX/EIB. W niniejszej pracy znalazł się opis oraz rysunki przedstawiające zaprojektowane stanowisko, opisy oraz schematy podłączenia użytych w projekcie urządzeń oraz schemat funkcyjny i opis działania stanowiska laboratoryjnego. Projekt sta-

nowiska laboratoryjnego przewiduje zarówno możliwość ewentualnej modernizacji w przyszłości jak również możliwość łączenia go ze stanowiskami już istniejącymi w laboratorium tworząc tym samym bardziej rozległy system. Połączenie stanowisk laboratoryjnych przewodem magistralnym umożliwiać będzie rozszerzenie funkcjonalności zaprojektowanego obiektu, np. o możliwość sterowania roletami czy też ustawianie scen świetlnych. Opracowany model jest przydatny w zgłębianiu wiedzy z zakresu integracji instalacji budynkowych.

Omówienie różnorodności napędów bramowych i systemów otwierania skrzydeł pozwoli przyszłym użytkownikom stanowiska na odpowiednie dopasowanie prawidłowego rozwiązania do realizowanego zadania projektowego.

## BIBLIOGRAFIA

1. Jęrychowski R., Wydra M., Modeling of Control Systems Dedicated to Dispersed Energy Sources Przegląd Elektrotechniczny, ISSN 0033-2097, R. 90 nr 3/2014.
2. Materiały katalogowe producenta: WIPOL Sp. z o.o., 2015.
3. Materiały katalogowe producenta: POMEX Sp. z o.o., 2015.
4. Boguta A., Majcher J., Zastosowanie półprzewodnikowych źródeł światła do oświetlenia pomieszczeń użytkowych. Logistyka (3), 2014, s. 624-629.
5. Kuna-Broniowski M., Adamiec M., Ogniwo paliwowe jako źródło zasilania urządzeń komputerowych w rolnictwie. Inżynieria Rolnicza, 8(68), 2005, s. 179-185.
6. www.avt.pl -Budownictwo i Wnętrza, Elektronika i Automatyka, Muzyka i Dźwięk oraz Edukacja i Hi-Tech.
7. www.knx.org – strona producenta oprogramowania ETS.
8. Krupa C.: Vademecum technik osłonowych, Konsorcjum: Somfy, Anwis, heroal, Hormann, Dragon, Warszawa, 2009.
9. www.murator-dom.pl – Kompendium fachowej wiedzy niezbędnej do budowy domu, 2015.

## THE CONSTRUCTION AND SOFTWARE OF THE GATE DRIVE INTEGRATED WITH THE INTELLIGENT BUILDING

### Abstract

*The main purpose and achievements of this work is to design and integrate gate drive with the intelligent building installation based on the selected automation and control electronics building integration. Thanks to the project, one can easily get a lot of options to control a gate.*

Autor:

dr **Marek Bolesław Horyński** – Politechnika Lubelska, Wydział Elektrotechniki i Informatyki, Instytut Przetwarzania i Użytkowania Energii Elektrycznej, Zakład Inżynierii Komputerowej i Elektrycznej, e-mail: m.horynski@pollub.pl