

HORYŃSKI Marek <sup>1</sup>  
 STYŁA Sebastian <sup>2</sup>

## Wykorzystanie instalacji magistralnej EIB/KNX do zarządzania energią w samochodach typu CAMPER

*camper, samochód turystyczny,  
 instalacja EIB/KNX, magistrala komunikacyjna,  
 instalacja elektryczna*

### Streszczenie

*Camper jest to samochód turystyczny wyposażony i zbudowany w celu swobodnego podróżowania. Posiada miejsca służące do spania i wypoczynku. W artykule zaprezentowano przykład konwencjonalnej instalacji elektrycznej 230 V stosowanej w tego typu samochodach oraz możliwości zastąpienia jej instalacją inteligentną. Użyta w tym celu została instalacja magistralna EIB/KNX. Zaprezentowane zostały ponadto elementy składowe takiej instalacji, zabezpieczenia oraz sposoby jej integracji z instalacją elektryczną pojazdu 12 V, a także z instalacją zewnętrzną 230 V.*

### USE OF EIB/KNX BUS SYSTEM TO ENERGY MANAGEMENT IN CARS TYPE CAMPER

### Abstract

*Camper is a courtesy car. It is equipped and built to freely travel. Camper has a place for sleep and rest. This article presents an example of a conventional 230 V electrical system used in camper and the possibility of replacing it by intelligent system. EIB/KNX system is used for this purpose. This paper presents also components of the installation, security, and ways of its integration with the vehicle 12 V electrical system as well as the 230 V external system.*

### 1. WSTĘP

Coraz więcej ludzi spędza wypoczynek aktywnie często się przemieszczając. Alternatywą dla podróżowania konwencjonalnego jest wypożyczenie lub zakup samochodu turystycznego nazywanego camperem. Samochody te coraz częściej można spotkać na naszych drogach. Wnętrza camperów podzielone są na dwie części: szoferkę oraz część użytkową (mieszkalną), która zawiera miejsca przystosowane do wypoczynku, przygotowania jedzenia, przechowywania żywności. Ponadto samochody turystyczne posiadają szereg dodatkowych udogodnień takich jak: natrysk, toaletę, bieżącą wodę, system ogrzewania, wentylację, klimatyzację oraz instalację gazową.

Oprócz wymienionych wyżej instalacji i systemów w pojazdach tego typu występuje instalacja elektryczna. Można do niej podłączyć nie tylko urządzenia zasilane napięciem 12 V (np. oświetlenie, telewizor, lodówkę), ale także urządzenia, które do swojej normalnej pracy potrzebują jednofazowego napięcia sieciowego 230 V (np. DVD, komputer). Ze względu na specyficzne miejsce zamontowania, którym jest samochód, zastosowanie tego typu instalacji niesie za sobą ryzyko porażenia prądem elektrycznym lub wybuchu pożaru. Z tego też względu przy projektowaniu tego typu instalacji należy zwrócić szczególną uwagę na jej funkcjonalność. Przyczyną takiego stanu rzeczy jest brak galwanicznego kontaktu instalacji z ziemią (uziemiaenie wykonywane jest jedynie poprzez kabel zasilający podłączany na specjalnie przystosowanych dla tego typu pojazdów parkingach). Przyłącza powinny być wykonane za pomocą gniazd okrągłych, zgodnych ze standardem CEE 17. Właśnie to gniazdo jest częstym powodem występowania zagrożeń, szczególnie w starszych pojazdach, w których jest ono uszkodzone lub skorodowane. W takim przypadku powinno się je jak najszybciej wymienić na nowe.

### 2. KONWENCJONALNA INSTALACJA ELEKTRYCZNA 12/230 V

#### 2.1 Wymagania

Jako zabezpieczenia instalacji 230 V w samochodach turystycznych należy stosować elektromagnetyczne wyłączniki instalacyjne (nadprądowe), wyłączniki różnicowo-prądowe oraz ograniczniki przepięć (ze względu na wysokie obciążenie instalacji sieciowej na kempingach). Na rysunku 1 przedstawione zostały podstawowe zabezpieczenia stosowane we współczesnych camperach.

<sup>1</sup> Politechnika Lubelska, Wydział Elektrotechniki i Informatyki, Katedra Inżynierii Komputerowej i Elektrycznej, 20-618 Lublin, ul. Nadbystrzycka 38a; e-mail: m.horyński@pollub.pl

<sup>2</sup> Politechnika Lubelska, Wydział Elektrotechniki i Informatyki, Katedra Inżynierii Komputerowej i Elektrycznej, 20-618 Lublin, ul. Nadbystrzycka 38a; e-mail: s.styla@pollub.pl



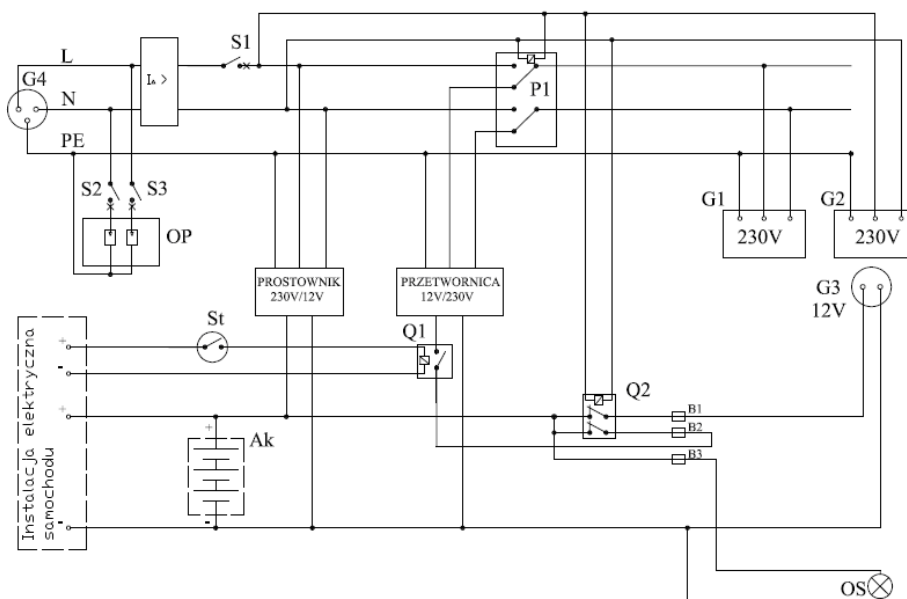
Rys.1. Rozmieszczenie zabezpieczeń instalacji samochodowej 230 V

Przewody użyte w instalacji elektrycznej 230 V samochodu powinny być wykonane z trzyżyłowej linki o przekrojach: 1,5 mm (dla 10 A) lub 2,5 mm (dla 16 A) dla każdej żyły. Izolacja przewodów powinna mieć drugą klasę ochronności. Ponadto zainstalowana automatyka musi samoczynnie przełączać instalację z napięcia 12 V na 230 V i odwrotnie. Wyznacznikiem do zastosowania poszczególnych urządzeń i odbiorników w samochodach turystycznych jest ich odporność na wilgoć i zmiany temperatury w szerokim zakresie.

Zabezpieczenia oraz instalacja elektryczna w camperach powinna być dobrana według obowiązujących wymagań zawartych m. in. w normach [6-14].

## 2.2 Instalacja elektryczna 12/230 V

Na rysunku 2 przedstawiono przykład kompletnej instalacji elektrycznej zaprojektowanej dla pojazdu turystycznego. Projekt zawiera sposób podłączenia urządzeń zabezpieczających, automatyki przełączającej oraz gniazd zasilających poszczególne odbiorniki 12 V i 230 V.



Rys.2. Przykładowy schemat instalacji elektrycznej campera: S1, S2, S3 – wyłączniki nadprądowe; B1, B2, B3 – bezpieczniki; I $\Delta$  - wyłącznik różnicowo-prądowy; OP – ograniczniki przepięć; G1 – gniazdo 230 V zasilane z przetwornicy lub instalacji zewnętrznej; G2 – gniazdo 230 V zasilane tylko z instalacji zewnętrznej; G3 – gniazdo 12 V; St – stacyjka; Ak – dodatkowy akumulator; OS – instalacja oświetleniowa; P1 – przekaźnik; Q1 – stycznik standardowo rozarty; Q2 – stycznik standardowo zwarty

### Napięcie zasilania

Instalacja elektryczna samochodów turystycznych zasilana jest napięciem o wartości 12 V lub 230 V. Pierwsze z napięć dostarczane jest zazwyczaj z dodatkowego akumulatora. W przypadku, kiedy silnik spalinowy pracuje do instalacji elektrycznej dołączany jest akumulator rozruchowy pojazdu. W tym przypadku alternator doładowuje oba akumulatory połączone równolegle. Jako łącznika stosuje się przekaźnik o dużej mocy.

Odbiorniki na napięcie 230 V mogą być zasilane podczas jazdy z przetwornicy napięcia 12V/230V lub na postoju z instalacji zewnętrznej 230 V. Jeżeli silnik spalinowy nie pracuje przetwornica jest automatycznie odłączana od instalacji elektrycznej campera w celu uniknięcia nadmiernego rozładowania dodatkowego akumulatora (stycznik Q1 na rysunku 2).

Odłączenie przetwornicy następuje również, gdy camper zasilany jest z zewnętrznej instalacji 230 V (przełącznik P1 na rysunku 2).

### Zabezpieczenia

Główną częścią przedstawionej instalacji elektrycznej (obwodu o napięciu 230 V) jest blok zabezpieczeń, do którego należą: wyłączniki instalacyjne (nadprądowe), wyłącznik różnicowo-prądowy i ograniczniki przepięć. W instalacji 12 V, jako zabezpieczeń używa się bezpieczników topikowych [8, 9, 10, 11, 12].

Wyłączniki nadprądowe służą do zabezpieczenia odbiorników oraz przewodów występujących w instalacji elektrycznej. Najczęściej stosowane są zabezpieczenia zwarciove i przeciążeniowe.

Wyłącznik różnicowo-prądowy zastosowany jest przede wszystkim w celu ochrony przed porażeniem elektrycznym człowieka. Zapewnia samoczynne odłączenie zasilania w przypadku powstania niebezpiecznego napięcia dotykowego. Ważnym aspektem, szczególnie w samochodach turystycznych, jest odpowiedni dobór prądu zadziałania wyłącznika. Zbyt duża wartość nie zabezpieczy w pełni instalacji elektrycznej przed dotykiem bezpośrednim, zbyt mała spowoduje samoczynne wyłączanie zasilania np. podczas dużej wilgotności powietrza (prąd upływu).

Ze względu na występowanie przepięć atmosferycznych lub instalacyjnych, w głównej mierze powstałych pod wpływem dużego obciążenia sieci przyłączeniowej podczas okresu letniego, instalację elektryczną samochodu kempingowego powinno zabezpieczyć się ogranicznikami przepięć. Zazwyczaj pracują one w klasie III lub IV. Jest to spowodowane miejscem usytuowania instalacji w samochodzie. Ograniczniki przepięć mają na celu zabezpieczyć odbiorniki elektroniczne, komputery i urządzenia telekomunikacyjne przed uszkodzeniem.

### Automatyka

Niewskazane, a w niektórych przypadkach niedopuszczalne jest zasilanie odbiorników stosowanych w samochodach turystycznych równocześnie napięciem 12V, jak i 230V [6, 7, 13, 14]. Może to powodować niebezpieczeństwo porażenia lub pożarowe. Urządzenia automatyki stosowane w instalacji elektrycznej camperów powinny samoczynnie przełączać napięcie z jednej wartości na drugą. W przypadku postoju na parkingu z podłączoną instalacją zewnętrzną 230 V, instalacja 12 V jest automatycznie odłączana od odbiorników (na rysunku 2 wykonywane jest to za pomocą stycznika Q2, równocześnie następuje odłączenie zasilania 230 V z przetwornicy napięcia 12V/230V za pomocą przełącznika P1). W przypadku podróży (pracujący alternator) lub postoju na parkingu bez podłączenia zewnętrznej instalacji elektrycznej, system pojazdu pracuje przy napięciu 12 V.

## 3. BILANS MOCY CZĘŚCI UŻYTKOWEJ CAMPERA

Tworząc bilans mocy campera wygodnie jest podzielić urządzenia na zasilane z instalacji 12 V oraz 230 V. Pozwoli to na późniejsze określenie, które z nich będą zarządzane za pomocą systemu EIB/KNX.

Z instalacji 12 V mogą być zasilane na przykład urządzenia: lodówka, wentylator; pompa wody, oświetlenie kampera, grzejnik z dmuchawą, telewizor lub monitor LCD, odstraszacz gryzoni, razem około 340 W.

Natomiast instalacja 230 V zasila: lodówkę, dodatkowy wentylator, elektroblok, ładowarkę telefonu komórkowego, palmtop lub laptop, GPS, czajnik elektryczny, żelazko turystyczne, suszarkę, ogrzewanie elektryczne campera, termowentylator, telewizor lub/i monitor LCD, tuner telewizji satelitarnej, klimatyzator – około 6500 W.

Oczywiście są to dane jedynie szacunkowe. Dokładny bilans mocy zależy od producenta pojazdu oraz jego użytkownika.

## 4. INSTALACJA EIB/KNX

Alternatywą dla tradycyjnych instalacji elektrycznych, o których była mowa w poprzednich rozdziałach są tzw. instalacje inteligentne. Główną ideą, jaka przyświecała autorom systemów nazywanych inteligentnymi było wprowadzenie jednego standardu do komunikacji urządzeń pierwotnie będących składnikami odrębnych systemów. Dotyczy to na przykład instalacji oświetleniowej i ogrzewania. Standard EIB/KNX jest niezależny od producenta. System ten zapewnia wiele rozwiązań sterowania urządzeniami elektrycznymi w ramach nowoczesnej instalacji elektrycznej, alarmowej oraz sprzętu AGD. System automatyki EIB/KNX jest stosowany głównie w domach i rezydencjach, jest ogólnosięciowym standardem. Ponadto w tym systemie wykonywane są instalacje obiektów użyteczności publicznej, np. banków, szkół, szpitali, itp.

EIB/KNX umożliwia stworzenie inteligentnego budynku poprzez integrację sterowania i nadzoru urządzeń z takich kategorii, jak: zarządzanie energią, ogrzewanie, wentylacja, klimatyzacja, oświetlenie oraz żaluzje i markizy.

W systemie EIB/KNX następuje rozdzielenie sygnałów sterujących i kontrolnych przesyłanych za pomocą skrętki dwuparowej (magistrali) obwodów zasilania poszczególnych odbiorników.

Urządzenia występujące w systemie EIB/KNX dzielą się na trzy grupy:

- urządzenia systemowe - zasilacze napięciowe, cewki sprzęgające, łączniki szyn danych, przewody magistralne i magistralne szyny danych;
- urządzenia systemowe - sprzęgła liniowe, sprzęgła obszarowe, wzmacniacze liniowe oraz bramki (urządzenia sprzęgające) do innych systemów;
- urządzenia użytkowe – sensory (urządzenia zadające polecenia), aktry (urządzenia wykonawcze).

Każdy element magistralny posiada własny układ, który odpowiada za wymianę informacji między nim a magistralą instalacyjną, do której jest przyłączony. Wymiana informacji między elementami magistralnymi (sensorami i aktorami) odbywa się za pomocą specjalnych pakietów informacyjnych, zwanych telegramami. Medium transmisyjnym jest przewód magistralny lub magistralna szyna danych, które służą do zasilania elementów magistralnych. Komunikacja w magistrali EIB/KNX odbywa się za pośrednictwem skrętki - kabla miedzianego typu PYCYM 2 x 2 x 0,8 mm. Konstrukcja kabla zapewnia wysoką ochronę przed zakłóceniami elektromagnetycznymi [5].

W systemie EIB/KNX obwody mocy (zasilania elektroenergetycznego) są oddzielone od obwodu sterowania magistralnego, zasilanego napięciem stałym 30 V. Magistrala składa się z jednej lub dwóch par przewodów o średnicy 0,8 mm, które należy umieścić w budynku w tych miejscach, gdzie planuje się instalację elementów magistralnych. Zawierają one mikroprocesory i są zdolne do przyjmowania zakodowanych poleceń od urządzeń sterujących ręcznych oraz czujników (sensorów) mierzących wartości różnych wielkości fizycznych. Mogą także przetwarzać je na sygnał elektryczny realizujący określone czynności łączeniowe. Elementy magistralne mogą również same generować różne zakodowane połączenia (telegramy) do innych urządzeń magistralnych (aktorów) wykorzystujących te polecenia.

Element magistralny składa się z portu magistralnego, elementu końcowego oraz łącza adaptacyjnego 10-pionowego. Port magistralny obejmuje moduł transmisyjny i kontrolera portu zawierającego mikroprocesor z następującymi rodzajami pamięci:

- ROM – tylko do odczytu, niedostępna dla użytkownika;
- RAM – pamięć operacyjna do przechowania zmiennych procesu;
- EEPROM – pamięć zapisywalna, zawierająca parametry konfiguracyjne i program użytkownika.

Element końcowy może być wymienny, odpowiednio do pełnionej funkcji. Port magistralny odbiera telegramy z magistrali, dekoduje je i steruje elementem końcowym oraz odwrotnie – element końcowy przesyła informacje do portu magistralnego, który tę informację koduje i wysyła do magistrali w postaci telegramu adresowego do innych elementów magistralnych.

## 5. INTEGRACJA SYSTEMÓW W CAMPERZE

Miłośnicy karawaniingu traktują samochody, jako drugie domy na kołach. Dlatego też ważne dla nich jest także komfortowe zarządzanie instalacjami wchodzącymi w skład pomieszczeń użytkowych campera.

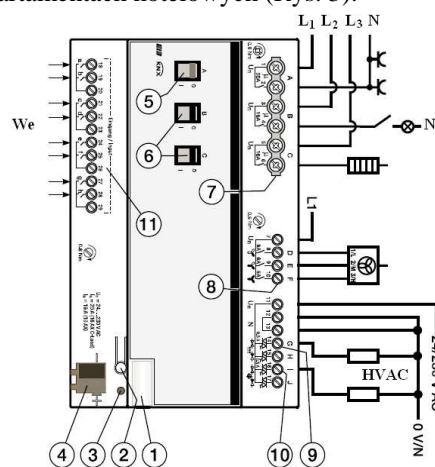
W związku z podobieństwem instalacji domu i campera powstała koncepcja implementacji systemu magistralnego EIB/KNX do zarządzania energią w camperze. Istotne jest również energooszczędne zarządzanie energią w samochodzie, szczególnie podczas postoju. System ten został przed kilkoma laty wykorzystany przez firmę Smartech do sterowania instalacjami jachtu pełnomorskiego typu katamaran.

Poziom inteligencji systemu inteligentnego w budynku zależy od właściwego zaprogramowania elementów systemu. Stwierdzenie to jest prawdziwe również w przypadku domu na kołach – campera.

Jednym z głównych zadań EIB/KNX jest możliwość integracji różnych instalacji, pracujących w klasycznym wykonaniu, jako odrębne.

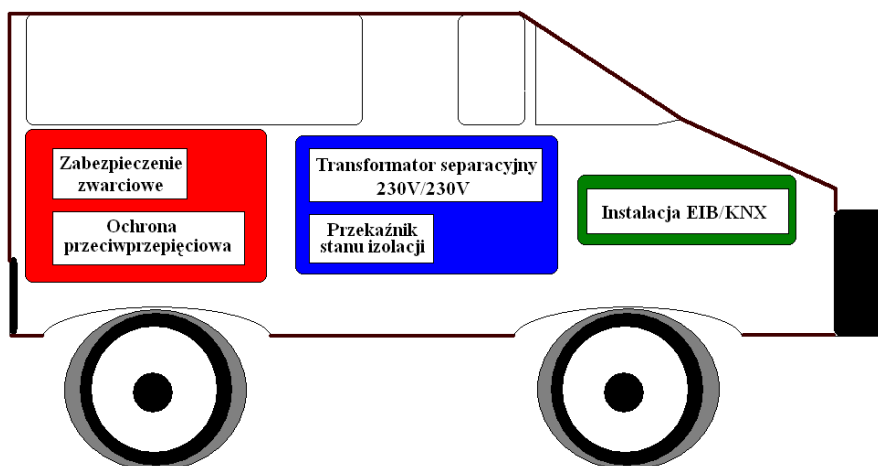
Należy je traktować wtedy, jako rdzeń systemu zarządzania. Programowanie urządzeń w ramach rdzenia jest zadaniem podstawowym w procesie uruchamiania automatyki. Niezwykle ważne jednak jest zintegrowanie z rdzeniem urządzeń będących spoza niego. Często obowiązują tutaj specjalne zasady określone przez producenta tych urządzeń i nie ma rozwiązań dotyczących integracji w ramach systemu BMS.

W projekcie zarządzania energią w camperze wykorzystano urządzenia magistralne systemu EIB/KNX stosowane w budynkach. Głównym elementem instalacji jest Room Master Basic RM/S 1.1. Jest to gotowe rozwiązanie do zarządzania energią w pokojach oraz apartamentach hotelowych (Rys. 3).



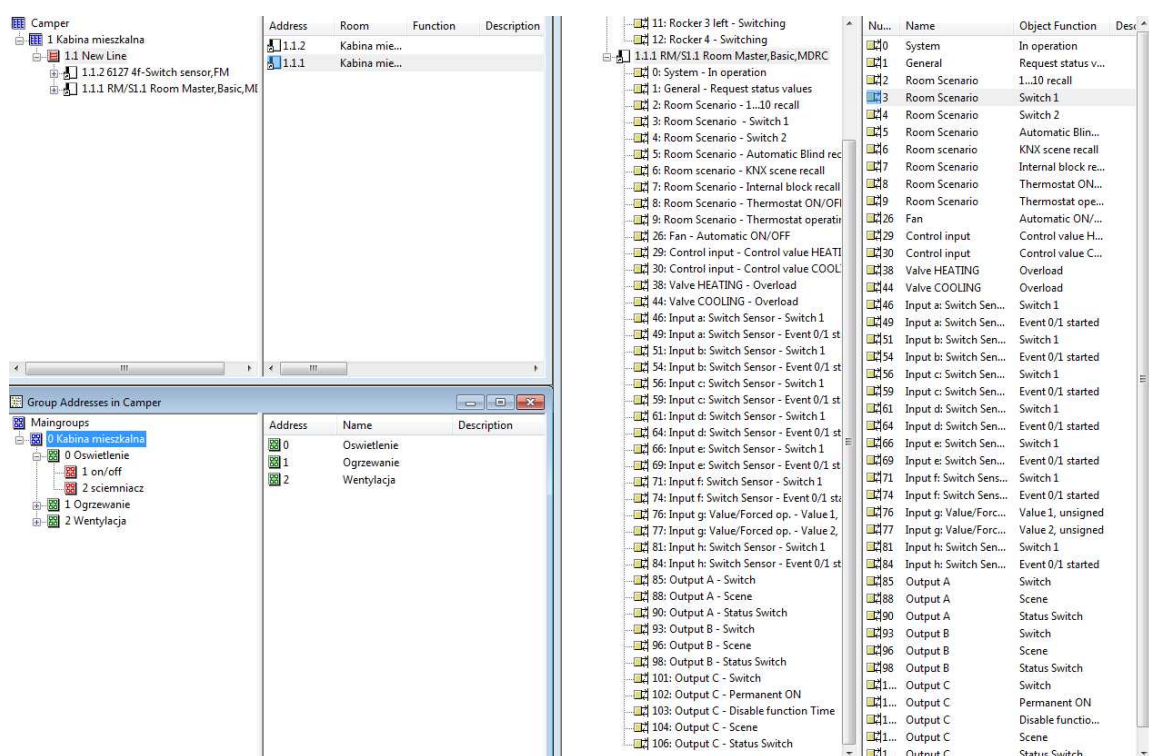
Rys.3. Room Master Basic RM/S 1.1.: 1 – tabliczka adresu fizycznego, 2 – przycisk programowania, 3 – sygnalizacja trybu pracy urządzenia, 4 – złącze magistrali, 5 – manulane sterowanie wyjściem 20 A, 6 – manulane sterowanie wyjściem 16 A, 7 – wyjście do sterowania dodatkowym grzejnikiem, 8 – wyjście do sterowania wentylatorem, 9 – zawór ogrzewania, 10 – zawór chłodzenia, 11 – wejścia binarne [1]

W celu optymalnej integracji instalacji należy przewidzieć ułożenie magistrali w miejscach, gdzie będą urządzenia sterowane w części mieszkalnej campera. Należy zapewnić również możliwość komunikowania się z tą częścią z szoferki. Główne moduły układu zarządzania energią w camperze zostały przedstawione na rysunku 4.



Rys.4. Główne elementy inteligentnego systemu zarządzania energią w camperze

Projekt zakłada zasilanie instalacji inteligentnej za pośrednictwem transformatora separacyjnego 230V/230V z przełącznikiem stanu izolacji. Z uwagi na niedużą powierzchnię obiektu, w którym jest realizowane inteligentne sterowanie urządzenia magistralne są umieszczone w jednym segmencie linii. Zapewnia to jednak możliwość sterowania 64 urządzeniami magistralnymi. Programowanie instalacji magistralnej należy przeprowadzić za pomocą programu narzędziowego ETS (Rys. 5).



Rys.5. Okno projektu Camper w programie ETS3

Projekt należy zachować w celu późniejszego wykorzystania w przypadku modyfikacji instalacji.

Ważnym aspektem w inteligentnych systemach elektrycznych jest możliwość wizualizacji i zdalnego sterowania [2, 3, 4]. Instalację zarządzania energią w samochodzie można wyposażyć w panel wizualizacyjny, za pomocą którego będzie możliwe sterowanie urządzeniami magistralnymi i spoza systemu, zintegrowanymi z nim np. za pomocą wejść binarnych.

## 6. WNIOSKI

Zastosowanie inteligentnego systemu EIB/KNX w camperze umożliwia w porównaniu z tradycyjnymi rozwiązaniami uzyskanie wielu korzyści:

- Modułowa architektura inteligentnych instalacji pozwala na dopasowanie funkcji samochodu do aktualnych i przyszłych potrzeb użytkowników w zależności od zmieniających się potrzeb, np. pojawienie się dziecka.
- Nowoczesna instalacja jest łatwa i wygodna w obsłudze.
- Instalację można sterować za pomocą urządzeń bezprzewodowych, np. pilota lub telefonu komórkowego.
- System EIB/KNX jest energooszczędny, zapewnia znaczne zredukowanie zapotrzebowania na energię, w przypadku obiektu zasilanego okresowo z akumulatorów ma to duże znaczenie.
- Zastosowanie sterowania za pomocą magistrali instalacyjnej zasilanej napięciem 30 V znacznie podnosi bezpieczeństwo użytkownika campera.
- Wykorzystany w projekcie moduł Room Master Basic RM/S 1.1 w części mieszkalnej zapewnia integrację wszystkich jej instalacji oraz łatwiejsze zarządzanie urządzeniami.
- Dzięki zastosowaniu popularnego systemu inteligentnego możliwa jest dalsza integracja instalacji w camperze, np. z domem, który jest również wyposażony w system EIB/KNX. Projektant instalacji inteligentnej w domu przewiduje rezerwę na zasilanie dodatkowych urządzeń. Poza okresem wakacyjnym samochód może dzięki instalacji inteligentnej stać się częścią domu. Ponadto jest to ważne przy serwisowaniu instalacji oraz dla użytkowników korzystających z samochodu campera cały rok.
- Integracja instalacji pozwala na zmniejszenie ilości i sumarycznej długości przewodów i kabli układanych w samochodzie, przy jednoczesnym zachowaniu poprzednich funkcji zasilanych urządzeń. Może również powodować rozszerzenie możliwości wykorzystania tych urządzeń, a także sprzyja wzrostowi oszczędności energii.

## 7. BIBLIOGRAFIA

- [1] ABB – Katalogi techniczne producenta. 2012.
- [2] Buczał M., Sumorek A.: The use of LabVIEW environment for the building of supervision system controlling the climatic and technical parameters in farm rooms. Teka Komisji Motoryzacji i Energetyki Rolnictwa, vol. XI, ISSN 1641-7739, s. 18-28.
- [3] Buczał M., Sumorek A.: Wirtualny system nadzoru sterujący pracą systemu sygnalizacji włamania i napadu. Motrol - Motoryzacja i Energetyka Rolnictwa, tom 12, s. 46-53.
- [4] Horyński M.: Programowanie graficzne w sterowaniu inteligentną instalacją elektryczną. Rynek Energii nr 3(94), s. 109-115, ISSN 1425-5960.
- [5] Mikulik J., Europejska Magistrala Instalacyjna. Rozproszony system sterowania bezpieczeństwem i komfortem. Warszawa, COSiW, 2009.
- [6] PN-EN 1648-1:2007 Pojazdy kempingowe -- Instalacje elektryczne 12 V prądu stałego -- Część 1: Przyczepy kempingowe.
- [7] PN-EN 1648-2:2007 Pojazdy kempingowe -- Instalacje elektryczne 12 V prądu stałego -- Część 2: Samochody kempingowe.
- [8] PN-HD 60364-4-41:2009 Instalacje elektryczne niskiego napięcia -- Część 4-41: Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa -- Ochrona przed porażeniem elektrycznym.
- [9] PN-HD 60364-4-43:2010 Instalacje elektryczne niskiego napięcia -- Część 4-43: Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa -- Ochrona przed prądem przetężeniowym.
- [10] PN-HD 60364-4-443:2006 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych -- Część: 4-443: Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa -- Ochrona przed zaburzeniami napięciowymi i zaburzeniami elektromagnetycznymi -- Ochrona przed przepięciami atmosferycznymi lub łączeniowymi.
- [11] PN-HD 60364-5-54:2011 Instalacje elektryczne niskiego napięcia -- Część 5-54: Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego -- Układy uziemiające i przewody ochronne.
- [12] PN-HD 60364-5-534:2009 Instalacje elektryczne niskiego napięcia -- Część 5-53: Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego -- Odłączanie izolacyjne, łączenie i sterowanie -- Sekcja 534: Urządzenia do ochrony przed przepięciami.
- [13] PN-HD 60364-7-708:2010 Instalacje elektryczne niskiego napięcia -- Część 7-708: Wymagania dotyczące specjalnych instalacji lub lokalizacji -- Kempingi dla przyczep, kempingi oraz podobne lokalizacje.
- [14] PN-HD 60364-7-721:2010 Instalacje elektryczne niskiego napięcia -- Część 7-721: Wymagania dotyczące specjalnych instalacji lub lokalizacji -- Instalacje elektryczne w przyczepach kempingowych i pojazdach z przestrzenią mieszkalną.