



Marek Bolesław Horyński

Komputerowe wspomaganie pracy inżyniera Systemy inteligentne w budownictwie



P
O
D
R
E
C
Z
N
I
K
I

Komputerowe wspomaganie pracy inżyniera

Systemy inteligentne w budownictwie

Podręczniki – Politechnika Lubelska



POLITECHNIKA
LUBELSKA
WYDZIAŁ MATEMATYKI
I INFORMATYKI TECHNICZNEJ

Marek Bolesław Horyński

Komputerowe wspomaganie pracy inżyniera

Systemy inteligentne w budownictwie



POLITECHNIKA
LUBELSKA
WYDAWNICTWO

Lublin 2023

Recenzenci:

prof. dr hab. inż. Andrzej Chochowski (SGGW w Warszawie)

dr hab. inż. Ireneusz Jabłoński (Politechnika Wrocławska)

Publikacja wydana za zgodą Rektora Politechniki Lubelskiej

ISBN: 978-83-7947-573-5

Wydawca: Wydawnictwo Politechniki Lubelskiej

www.wpl.pollub.pl

ul. Nadbystrzycka 36C, 20-618 Lublin

tel. (81) 538-46-59

Druk: PHU Remigraf Sp. z o.o.

remigraf.pl

Elektroniczna wersja książki dostępna w Bibliotece Cyfrowej PL www.bc.pollub.pl
Książka udostępniona jest na licencji Creative Commons Uznanie autorstwa – na tych samych warunkach 4.0 Międzynarodowe (CC BY-SA 4.0)

Nakład: 50 egz.

Spis treści

Streszczenie	7
Abstract	7
Wykaz skrótów i oznaczeń	8
Wstęp	11
1. Bezpieczeństwo energetyczne i zasoby obiektowe	12
2. Podstawowe wymagania stawiane nowoczesnym instalacjom elektrycznym	21
3. Geneza powstania i rozwój systemów inteligentnych budynków	25
4. Podział systemów zainstalowanych w budynku	29
5. Cel stosowania systemów automatyki domowej	33
6. Podstawy transmisji danych	35
7. Aspekty ogólne KNX/EIB (European Installation Bus)	47
8. Opracowanie dokumentacji projektowej	53
9. Instalacja EIB Powerline	59
10. Rola standardów zintegrowanych systemów automatyki budynków w uzyskiwaniu energooszczędności budynków	63
11. System Tebis TS/TX	73
12. System DOMITO	83
13. Wizualizacja instalacji inteligentnych	105
14. Efektywne sterowanie oświetleniem i ogrzewaniem w systemach inteligentnych	127
15. Komputerowe wspomaganie projektowania i programowania inteligentnych instalacji	141
Podsumowanie	151
Bibliografia	152

Komputerowe wspomaganie pracy inżyniera

Systemy inteligentne w budownictwie

Streszczenie

Rynek energii elektrycznej w ostatnich latach zmierza w kierunku zwiększenia roli odnawialnych źródeł energii oraz energetyki prosumenckiej, czyli opartej na odbiorcach energii. W podręczniku omówiono zagadnienia związane z wykorzystaniem osiągnięć technologii informatycznych i telekomunikacyjnych stosowanych w sterowaniu urządzeniami energetycznymi w budynkach mieszkalnych. Tematyka ta jest ciągle aktualna, gdyż wpisuje się w strategię działania Unii Europejskiej, polegającą na dążeniu do radykalnego zmniejszania energochłonności. Istotnym czynnikiem ograniczającym zastosowanie technologii ITC w Polsce jest stosunkowo słaba wiedza na temat korzyści, jakie dają te technologie w budynkach mieszkalnych. Dotyczy to zarówno zagadnienia energooszczędności, jak i komfortu użytkowania. Niniejsza publikacja jest skierowana szczególnie do studentów Wydziału Matematyki i Informatyki Technicznej Politechniki Lubelskiej, gdyż zawiera tematy poruszane w wielu przedmiotach tego interdyscyplinarnego Wydziału.

Słowa kluczowe: sterowanie, automatyka, energia odnawialna, inteligentny budynek, energooszczędność

Computer-Aided Engineering

Intelligent Systems in Construction

Abstract

The electricity market in recent years has been aimed at increasing the role of renewable energy sources and prosumer energy, i.e. energy based on energy consumers. The book discusses issues related to the use of information and telecommunications technologies used in the control of energy devices in residential buildings. This topic is still relevant because it is part of the European Union's strategy of striving to radically reduce energy consumption. An important factor limiting the use of ITC technologies in Poland is relatively poor knowledge about the benefits of these technologies in residential buildings. It concerns both energy efficiency and comfort of use. This publication is especially addressed to students of the Faculty of Mathematics and Information Technology of Lublin University of Technology, as it contains topics covered in many subjects of this interdisciplinary faculty.

Keywords: control, automation, renewable energy, intelligent building, energy efficiency

Wykaz skrótów i oznaczeń

BMS	– <i>Building Management System</i> (system zarządzania budynkiem)
BMCS	– <i>Building Monitoring and Control System</i> (system zarządzania i kontroli budynku)
CSMA-CA	– <i>Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance</i> (skrótowa nazwa protokołu wielodostępu do łącza ze śledzeniem stanu nośnika i unikaniem kolizji)
CAD	– <i>Computer Aided Design</i> (komputerowe wspomaganie projektowania)
DOMITO	– Nazwa systemu inteligentnego budynku produkcji polskiej firmy MCD Electronics
EESM	– <i>FreeVolt™ Extreme Efficiency Solar Module</i> (moduł słoneczny firmy FreeVolt™)
EIB	– <i>European Installation Bus</i> (europejska magistrala instalacyjna)
ETS	– <i>Engineering Tool Software</i> (główny program do konfiguracji urządzeń w systemie KNX)
HVAC	– <i>Heating, Ventilation, Air Conditioning</i> (ogrzewanie, wentylacja, klimatyzacja)
ICT	– <i>Information and Communication Technologies</i> (technologie informacyjno-komunikacyjne)
IP	– <i>Internet Protocol</i> (protokół sieciowy)
KNX –	– <i>Konnex</i> ; obecna nazwa systemu EIB (po integracji z innymi systemami automatyki budynkowej)
LCN	– <i>Local Control Network</i> (system automatyki budynków)
OPC – OLE for process control	– Otwarty standard komunikacyjny stosowany w automatyce przemysłowej i informatycznych systemach wyższych warstw
PLC	– <i>Programmable Logic Controller</i> (programowalny sterownik logiczny)
PWM	– <i>Pulse-Width Modulation</i> (modulacja szerokości impulsu)
SSL	– <i>Secure Sockets Layer</i> (protokół transmisji danych)

- TF – *Transposition Factor* (współczynnik korekcji, który może zmieniać się ze zmianą położenia i nachylenia modułów fotowoltaicznych)
- XP – *eXPerience* (oznaczenie systemu operacyjnego Windows, znanego po nazwą kodową Whistler)
- UDP – *User Datagram Protocol* (protokół pakietów użytkownika)
- UPS – *Uninterruptible Power Supply* (zasilacz awaryjny)
- VMA – *Voltage Metering Amplifier* (trzykanałowy wzmacniacz napięcia dla przekładników lub sensorów średniego napięcia)

Wstęp

Prezentowana publikacja ma na celu uzupełnienie programu studiów technicznych realizowanych na Wydziale Matematyki i Informatyki Technicznej (MiIT). Obecnie istotnym czynnikiem ograniczającym zastosowanie technologii ITC w Polsce jest nadal stosunkowo słaba wiedza na temat korzyści, jakie dają te technologie w budynkach mieszkalnych. Tematyka pracy dotyczy zagadnienia zarówno energooszczędności, jak i komfortu użytkowania. Szybki postęp elektroniki, mikroelektroniki i technologii telekomunikacyjnych daje bardzo duże możliwości w rozwijaniu domowych instalacji elektrycznych. Nie są to już tradycyjne bezpieczniki, wyłączniki etc. W nowoczesnych biurach, budynkach przemysłowych, a także czasami w domach jednorodzinnych spotyka się system centralnego sterowania siecią elektryczną, a także poszczególnymi urządzeniami elektrycznymi. Wprowadza się tutaj pojęcia inteligentnego budynku, domu przyszłości czy po prostu elektrycznej instalacji inteligentnej.

Zakres działań systemu zarządzania budynkiem (BMS – *Building Management System*) obejmuje kontrolę, monitorowanie, optymalizację i raportowanie takich elementów jak [51]:

- sieć teleinformatyczna,
- sterowanie oświetleniem wewnętrznym i zewnętrznym w zależności od stanu obecności osób w pomieszczeniach oraz ruchu, w oparciu o natężenie światła itp.,
- sterowanie ogrzewaniem osobnych pomieszczeń,
- sterowanie wentylacją, klimatyzacją i filtracją w oparciu o parametry jakości powietrza, tj. zawartość dwutlenku węgla i wilgotność,
- symulacja obecności,
- ochrona bytu i mienia,
- system alarmowy i monitoringu,
- system przeciwpożarowy,
- system kontroli dostępu,
- system zasilania UPS,
- system pogodowy,
- obsługa urządzeń audio-wideo i innych codziennego użytku,
- złożony system personalizacji.

1. Bezpieczeństwo energetyczne i zasoby obiektowe

Polska, jako kraj członkowski Unii Europejskiej, czynnie uczestniczy w tworzeniu wspólnotowej polityki energetycznej, a także dokonuje implementacji jej głównych celów w specyficznych warunkach krajowych, biorąc pod uwagę ochronę interesów odbiorców, posiadane zasoby energetyczne oraz uwarunkowania technologiczne wytwarzania i przesyłu energii. W związku z powyższym podstawowymi kierunkami polskiej polityki energetycznej są:

- poprawa efektywności energetycznej,
- wzrost bezpieczeństwa dostaw paliw i energii,
- dywersyfikacja struktury wytwarzania energii elektrycznej poprzez wprowadzenie energetyki jądrowej,
- rozwój wykorzystania odnawialnych źródeł energii, w tym biopaliw,
- rozwój konkurencyjnych rynków paliw i energii,
- ograniczenie oddziaływania energetyki na środowisko.

Realizując działania zgodne z tymi kierunkami, polityka energetyczna będzie dążyła do wzrostu bezpieczeństwa energetycznego kraju przy zachowaniu zasady zrównoważonego rozwoju.

Ważnym elementem w czasie eksploatacji budynku jest odpowiednie określenie jego profilu energetycznego. Z zagadnieniem tym wiąże się pojęcie bezpieczeństwa energetycznego. Bezpieczeństwo energetyczne zostało zdefiniowane w trzech dokumentach:

- Doktrynie zarządzania bezpieczeństwem energetycznym,
- Ustawa – Prawo energetyczne,
- Polityce Energetycznej Polski do roku 2030.

Definicja sformułowana w Doktrynie zarządzania bezpieczeństwem energetycznym określa bezpieczeństwo energetyczne jako zdolność do zaspokojenia w warunkach rynkowych popytu na energię pod względem ilościowym i jakościowym, po cenie wynikającej z równowagi popytu i podaży, przy zachowaniu warunków ochrony środowiska.

W Ustawie Prawo energetyczne określa się bezpieczeństwo energetyczne jako stan gospodarki umożliwiający pokrycie perspektywicznego zapotrzebowania odbiorców na paliwa i energię, w sposób technicznie i ekonomicznie uzasadniony, przy zachowaniu wymagań ochrony środowiska.

Zasoby obiektowe w inteligentnym domu

Inteligentny dom [48] – czyli dom wyposażony w nowoczesną instalację elektryczną, która steruje nie tylko oświetleniem, ale praktycznie wszystkimi funkcjami obiektu, np.:

- roletami,
- ogrzewaniem,
- bramami,

- alarmami,
- urządzeniami audio-video.

W inteligentnym domu wszystkie te systemy współgrają ze sobą w celu zapewnienia użytkownikom jak największego komfortu i bezpieczeństwa przy jak najmniejszym zużyciu zasobów.

W ostatnich latach w obrębie obiektów funkcjonuje od kilku do kilkunastu systemów, które wymagają zasilania, ale co najważniejsze można nimi zarządzać jako całością lub poszczególnymi połączonymi zasobami w jeden spójny organizm w obrębie obiektu.

Zasobami są:

- energia cieplna,
- energia elektryczna,
- woda użytkowa,
- woda technologiczna,
- bezpieczeństwo,
- dostęp do pomieszczeń,
- system informacyjny,
- systemy pomiarowe itp.

Dla pełnego obrazu zasobów obiektowych należy wymienić:

- mikroklimat w pomieszczeniach,
- dostęp do pomieszczeń,
- bezpieczeństwo obiektu i otoczenia (systemów obiektowych),
- bezpieczeństwo użytkowników w poszczególnych strefach oraz w obrębie obiektu,
- komfort użytkowania,
- łącza informacyjne zewnętrzna i wewnętrzna (sieci telefoniczne i teleinformatyczne),
- powierzchnia użytkowa.

Kryteria podziału zasobów obiektowych:

- zasób przyporządkowany danej osobie,
- zasób przyporządkowany danej powierzchni.

Według tych kryteriów odbywa się dystrybucja zasobów w obrębie obiektu.

Przydział ww. zasobów odbywa się w sposób specyficzny dla danego typu obiektu, według kryteriów ustalonych przez właściciela obiektu, bez naruszenia ogólnie obowiązujących norm prawnych i technicznych. Ogromną rolę przy dystrybucji ww. zasobów spełnia automatyka budynkowa.

Obecnie duży nacisk kładzie się na oszczędzanie zasobów naturalnych ze względu na ich malejącą ilość i rosnącą cenę.

Większość zasobów obiektowych w postaci energii cieplnej i elektrycznej pochodzi z przetwórstwa zasobów naturalnych. Koszty energii rosną w ostatnich latach w bardzo

dużym tempie. Istotnym zagadnieniem stało się dbanie o jak najbardziej oszczędne gospodarowanie tymi zasobami w obrębie obiektu.

Budynek inteligentny a ochrona środowiska

Ochrona środowiska w budownictwie jest zagadnieniem interdyscyplinarnym i dotyczy problematyki pozyskiwania źródeł energii, środowiska naturalnego i zbudowanego, ekonomii i techniki. Energooszczędność budynków jest jednym z ważniejszych zagadnień ochrony środowiska w budownictwie. Może być uzyskiwana drogą pasywną poprzez odpowiednie projektowanie budynków, a także poprzez systemy aktywne wykorzystujące nowe technologie budynkowe.

Budynek jest źródłem zanieczyszczeń i niszczenia środowiska naturalnego w trakcie jego eksploatacji oraz zużywane są dobra nieodnawialne. Do zjawisk negatywnych należą:

- emisja zanieczyszczeń gazowych do atmosfery,
- produkcja odpadów stałych,
- zużycie wody i wytwarzanie odpadów płynnych,
- emisja ciepła,
- zużycie energii.

Nowoczesne technologie wykorzystywane w budynkach z systemem KNX/EIB (KNX to pierwszy na świecie otwarty standard zarządzania i kontroli urządzeń i budynków, dawniej nosił nazwę *European Installation Bus* – EIB) dają szansę oszczędzania energii i wody w mieszkalnictwie w następującym zakresie (według danych IEA – ang. *International Energy Agency*):

- 10–50% w ogrzewaniu i klimatyzowaniu mieszkań,
- 10–50% w zużyciu wody,
- 30–50% w chłodzeniu,
- 30–50% w oświetleniu.

Budownictwo ekologiczne umożliwia zmniejszenie strat ciepła poprzez rozwiązania architektoniczne i technologiczne. Promuje wykorzystanie energii promieniowania słonecznego jako źródła ciepła oraz wykorzystanie energii cieplnej alternatywnej z otoczenia przy użyciu pomp i wymienników. Istotne jest również stosowanie zintegrowanych systemów uzyskiwania energii odnawialnej, czyli niekonwencjonalne źródła energii, takie jak słońce, wiatr, fale morskie.

Ochrona środowiska w budownictwie związana jest nie tylko z problemami energetycznymi, gdyż budynki emitują również wiele zanieczyszczeń do atmosfery. W budynkach mieszkalnych zanieczyszczenia te powstają głównie w procesie spalania podczas ogrzewania. Budynek inteligentny daje możliwość obniżenia i monitoringu emisji zanieczyszczeń, głównie poprzez zainstalowanie nowych technologii ogrzewania i chłodzenia.

Podczas projektowania budynków z systemem KNX/EIB istotne znacznie ma uwzględnienie w bilansie cieplnym – produkcji ciepła przez sprzęt, taki jak komputery i inny sprzęt gospodarstw domowych. Systemy oszczędzania energii wykorzystywane w budynkach inteligentnych mogą w znaczący sposób obniżyć emisję ciepła do atmosfery, głównie poprzez sterowanie ogrzewaniem, chłodzeniem i wentylacją. Ponadto automatyka pozwala na czasowe wyłączenie ogrzewania i chłodzenia w sytuacji, gdy pomieszczenia nie są wykorzystywane.

Równie ważne z punktu widzenia ekologii jest oszczędzanie wody. Nowoczesne technologie umożliwiają sposoby jej oszczędzania m.in. poprzez uszczelnienie sieci i niedopuszczanie do niepotrzebnego wycieku wody. Wykorzystując do tego celu monitoring zużycia i automatyczne zamykanie dopływu wody, gdy w pomieszczeniach nie ma ludzi, oraz poprzez racjonowanie wody w trakcie użytkowania.

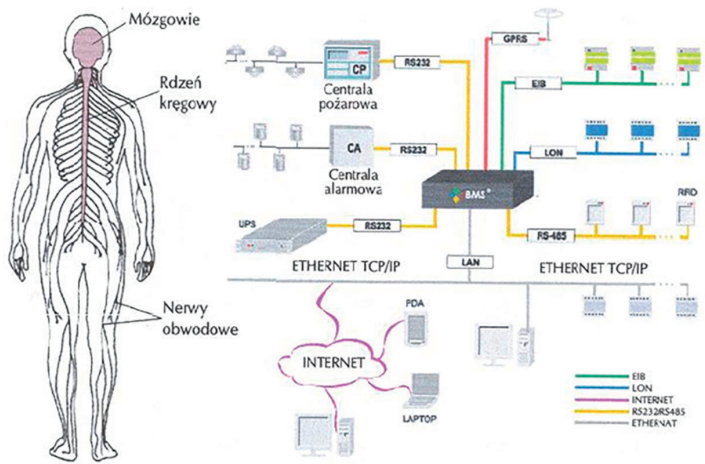
Analogie między organizmami i procesami tam zachodzącymi. Graficzne porównanie tworu natury i tworu człowieka

Profesor Piotr Borkowski z zespołem naukowców i praktyków z Politechniki Łódzkiej, w ramach działań prowadzonych w Programie Operacyjnym Kapitał Ludzki, przygotował podręcznik akademicki [5]. W publikacji tej omówiono analogie między organizacją świata zwierzęcego i organizmu ludzkiego a wybranymi urządzeniami i systemami we współczesnych budynkach. Rozwiązania zaobserwowane w przyrodzie można napotkać w wielu współczesnych urządzeniach (rys. 1.1–1.4). W podręczniku wyróżnione zostały podstawowe obszary, w których mogą występować analogie między obiektami i organizmami:

- sposób zarządzania,
- systemy – układy odpowiedzialne za dystrybucję różnych czynników (zasobów),
- sposób i reguły dotyczące powiązań między systemami i podsystemami.

Podano w niej następujące przykłady analogii:

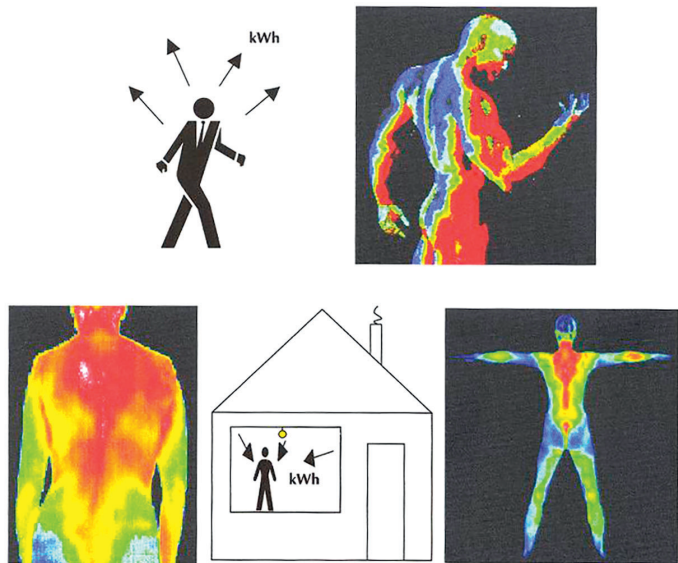
1. Układ nerwowy z mózgiem jako centralnym ośrodkiem przetwarzania danych – układ zarządzania obiektem ze stacją dyspozytorsko-monitorującą.



Rys. 1.1. Analogie systemu BMS z układem nerwowym człowieka

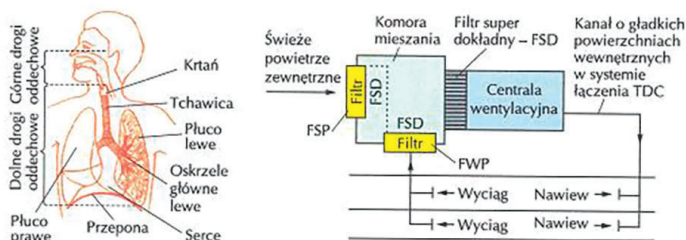
Źródło: Borkowski P.: Podstawy integracji systemów zarządzania zasobami w obrębie obiektu, Wyd. Politechnika Łódzka, 2009.

2. Zużycie energii w czasie aktywności organizmu – zużycie mediów w czasie eksploatacji obiektów.

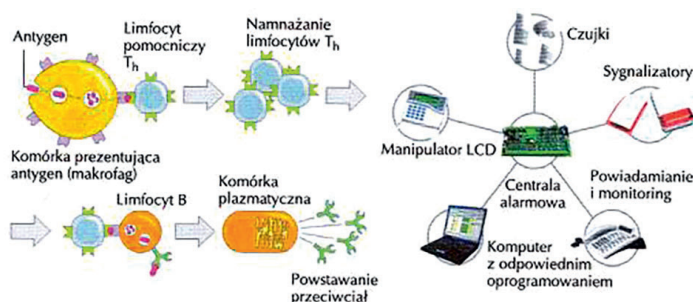


Rys. 1.2. Analogie systemu ogrzewania budynku ze zużyciem energii w czasie aktywności człowieka

Źródło: Borkowski P.: Podstawy integracji systemów zarządzania zasobami w obrębie obiektu, Wyd. Politechnika Łódzka, 2009.



Rys. 1.3. Analogie systemów wentylacji i klimatyzacji budynku z układem oddechowym człowieka
 Źródło: Borkowski P.: Podstawy integracji systemów zarządzania zasobami w obrębie obiektu, Wyd. Politechnika Łódzka, 2009.



Rys. 1.4. Analogie między układem immunologicznym i systemem bezpieczeństwa obiektowego
 Źródło: Borkowski P.: Podstawy integracji systemów zarządzania zasobami w obrębie obiektu, Wyd. Politechnika Łódzka, 2009.

Podstawy energetyczne budynków

Zachowanie komfortu cieplnego jest najbardziej oczywistym i jednocześnie niezbędnym warunkiem dobrego samopoczucia mieszkańców (rys. 1.5–1.8).

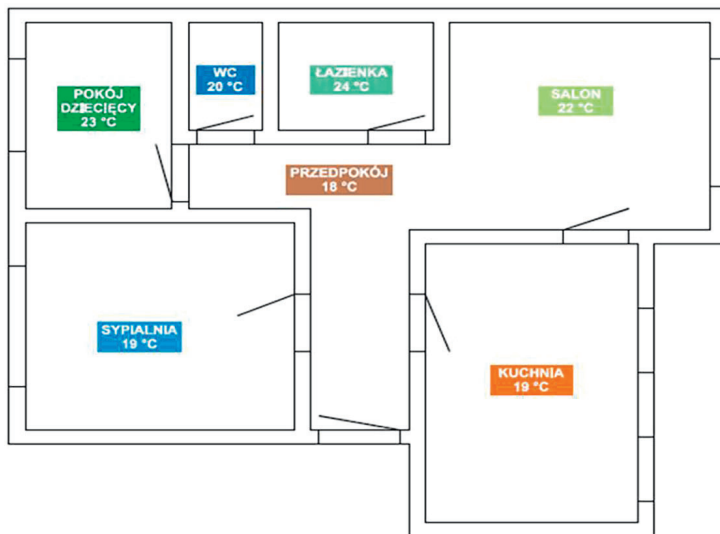
Zastosowanie w tym obszarze nowoczesnych rozwiązań automatyki nie tylko podnosi standard przebywania na wyższy poziom, ale również zapewnia znacznie bardziej optymalną eksploatację instalacji grzewczej oraz minimalizuje koszty późniejszej eksploatacji obiektu.

Instalacja ta obejmuje ogrzewanie, wentylację i klimatyzację. Umożliwia ona zastosowanie:

- indywidualnej regulacji parametrów w poszczególnych pomieszczeniach,
- programów czasowych obecności pracowników.

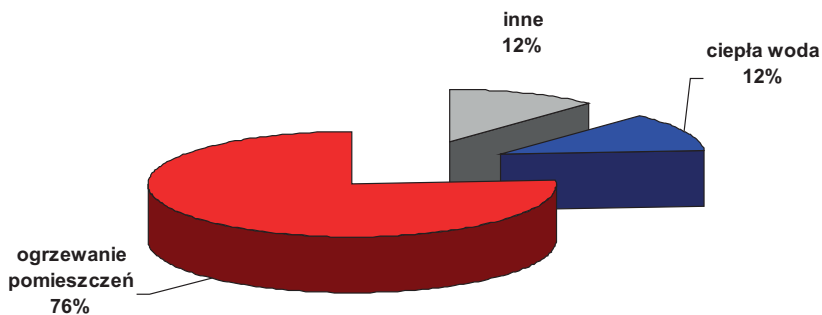
Stosowanie indywidualnych regulatorów pokojowych pozwala na różnicowanie temperatury w każdym pomieszczeniu lub grupie pomieszczeń, zwiększając komfort pobytu, jak i przyczyniając się do zmniejszenia kosztów eksploatacji.

Obniżenie temperatury pomieszczenia tylko o 1°C skutkuje 6% zmniejszeniem poboru energii.



Rys. 1.5. Przykładowy rozkład temperatur w mieszkaniu

Źródło: Materiały informacyjne z tematyki produktów KNX, KNX Polska, 2021



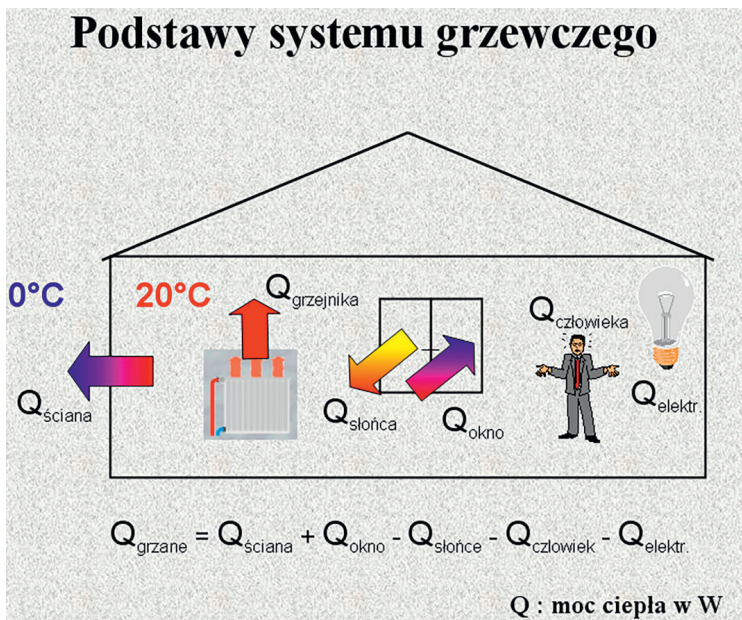
Rys. 1.6. Rozkład kosztów energii w rezydencjach

Źródło: Materiały katalogowe z tematyki produktów i systemów niskich napięć firmy ABB, 2022.

Sterowanie temperaturą pozwala na rozwiązanie następujących problemów:

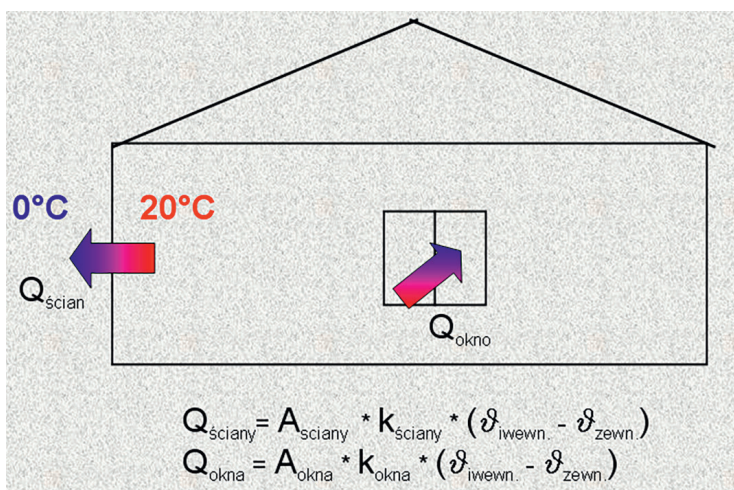
- oszczędność energii: 6% przy obniżeniu temperatury o 1°C,
- ochrona środowiska,
- optymalizacja wymagań,
- zdalne sterowanie i zdalny dostęp,
- sterowanie centralne.

Podstawy systemu grzewczego



Rys. 1.7. Podstawy systemu grzewczego

Źródło: Materiały katalogowe z tematyki produktów i systemów niskich napięć firmy ABB, 2022.



Rys. 1.8. Podstawy systemu grzewczego – straty

Źródło: Materiały katalogowe z tematyki produktów i systemów niskich napięć firmy ABB, 2022.

2. Podstawowe wymagania stawiane nowoczesnym instalacjom elektrycznym

Systemy obiektowe w budynkach powinny być zintegrowane. Pełna integracja powinna być przeprowadzona w aspekcie programowym i sprzętowym.

Często integracja systemów w budynku realizowana jest za pomocą jednego bazowego zintegrowanego systemu zarządzania. Taki bazowy, nadrzędny system nazywany jest BMS (ang. *Building Management System*) lub BEMS (ang. *Building Energy Management System*).

Poziomy systemu BMS

Building Management Systems składa się z kilku poziomów.

Najniższy, pierwszy poziom składa się z kompozycji rozmaitych systemów informatycznych sterowania i kontroli, niepołączonych ze sobą jednolitą magistralą danych. Każdy system działa oddzielnie i niezależnie od innych i może komunikować się z nimi tylko poprzez osobne interfejsy prezentacji danych niedziałające w czasie rzeczywistym.

Drugi poziom zawiera już jeden system, który posiada rozwiązania obsługujące poszczególne funkcjonalności, np. HVAC (ang. *Heating, Ventilation, and Air Conditioning* – ogrzewanie, wentylacja i klimatyzacja), monitoring, sieć teleinformatyczną, system alarmowy. Komponenty należące do poszczególnych podsystemów są zaopatrzone w kontrolery sterujące nimi i zbierające dane. Komunikacja odbywa się poprzez łącze szeregowe.

Trzeci poziom charakteryzuje się wyższym stopniem integracji, który polega na stworzeniu jednolitego systemu komunikacji przy pomocy Ethernetu.

W przypadku czwartego poziomu całą infrastrukturą budynku zarządza już kompleksowy system, rośnie ilość funkcjonalności, zaś wszystkie podsystemy i poszczególne należące do nich urządzenia znajdują się w jednej sieci używającej wspólnej magistrali systemowej (KNX/EIB, LonWorks (ang. *Local Operating Network* – Lokalna Sieć Operacyjna, BACnet (ang. *Building Automation and Control Networks* – Protokół sieciowy do automatyki budynku). BMS czwartego poziomu pozwala na integrację elementów wykonanych w różnych standardach (KNX/EIB, LonWorks, BACnet) w tzw. system zintegrowany, składający się zwykle z takich podsystemów jak:

- BAS (ang. *Building Automation Systems* – Systemy Automatyki Budynków). Jest to rozwiązanie centralnego sterowania i nadzoru instalacji technicznych w budynku. Obejmuje ono takie instalacje jak: automatyka wentylacji i klimatyzacji, skojarzona z nią – ciepła i chłodu, sterowanie oddymianiem i monitoring instalacji elektrycznych na różnych poziomach.
- SMS (ang. *Security Management Systems* – Systemy Zarządzania Bezpieczeństwem). To systemy ostrzegania przed naruszeniami bezpieczeństwa, w tym spowodowanymi intencjonalnie np. włamaniami.

- DMS (ang. *Danger Management Systems* – Systemy Zarządzania Zagrożeniami) – systemy ostrzegające przed zagrożeniami bezpieczeństwa w tym spowodowane nieintencjonalnie np. zwarcia.
- HMS (ang. *House Management Systems* – Systemy Zarządzania Domem) – mini BMS zarządzający wydzieloną częścią budynku, jak piętro lub mniejszy budynek, komunikujący się przez jeden interfejs z „dużym” BMS (częsty w nowoczesnych budynkach inteligentnych z laboratoriami).
- BMCS (ang. *Building Management and Control Systems* – Systemy zarządzania i sterowania budynkami) – rozwiązanie centrum sterowania zarządzającego innymi systemami.

Zintegrowany system BMS powinien spełniać warunki systemu otwartego, opierającego się na najnowszych rozwiązaniach sprzętowoprogramowych, z wykorzystaniem jednak standardowych protokołów komunikacyjnych. Powinien on posiadać otwartą architekturę, niezależnie od zastosowanej magistrali systemowej, zgodną z międzynarodowym standardem komunikacji BACnet, co ułatwi ewentualną integrację z innymi rozwiązaniami IT.

Podstawowe funkcje systemu to informowanie, alarmowanie oraz automatyczna regulacja. Funkcja informacyjna zapewnia możliwość stałej kontroli urządzeń w zakresie działania BMS. Pozwala to na określenie parametrów pracy tych urządzeń, a więc: czasu pracy, poboru mocy, wydajności, awaryjności, aktualnego działania (włączony/wyłączony). Znajomość ich stanu pozwala na regulację i stały monitoring przy dostosowaniu do wymogów użytkownika.

Dzięki funkcjom alarmowym możliwe jest sterowanie monitorowaniem elementów systemu i ostrzeganiem przed niebezpieczeństwem. Funkcje te pozwalają na zintegrowanie urządzeń nadzoru i monitoringu budynku obejmujących system kamer – system CCTV (ang. *Closed Circuit Television*) – Telewizja przemysłowa, sygnalizacji pożarowej, oraz czujników reagujących na zmiany stężenia gazów, naruszenie ustalonych barier oraz systemu sygnalizacji włamania i napadu (Systemy Sygnalizacji Włamania i Napadu – SSWiN), z zewnętrznym systemem alarmowym działającym w momencie naruszenia obszarów, do których dostęp jest możliwy tylko dla niektórych użytkowników. Takie jednolite rozwiązanie połączone jest z dźwiękowym systemem ostrzegawczym (DSO) oraz umożliwia wysłanie zarówno przez sieć bezprzewodową, jak i stacjonarną dostępową, komunikatu o naruszeniu bezpieczeństwa budynku. Komunikat taki może trafić natychmiast do odpowiednich służb np. policji, straży pożarnej czy pracowników ochrony.

Poszczególne moduły BMS pozwalają na zarządzanie funkcjami budynku przy pomocy własnych modułów sterujących umieszczonych bezpośrednio przy urządzeniach (kontrolerów) lub poprzez niezależne centrale, co pozwala na elastyczne, autonomiczne konfigurowanie zadań dla poszczególnych jego części.

Mocne strony BMS:

- Kontrola parametrów środowiska obejmująca: pomiar temperatury, pomiar wilgotności względnej, pomiar ciśnienia pod podłogami technicznymi wybranych pomieszczeń, w przypadku rozwiązań UPS (ang. *Uninterruptible Power Supply* – zasilacz awaryjny, dużej mocy) detekcja stężenia wodoru w pomieszczeniach UPS, detekcja freonu w pomieszczeniach czepni, monitorowanie obecności wody w głównych pomieszczeniach serwerowni, wzdłuż instalacji wodnych pod podłogą techniczną, zdalne sterowanie zaworami odcinającymi wodę.
- Automatyka i monitoring urządzeń wentylacyjnych zawierająca: zasilanie, monitoring i sterowanie central wentylacyjnych i wentylatorów przewietrzających oraz monitorowanie i sterowanie pracą układu VAV (ang. *Variable Air Volume* – jest systemem klimatyzacji pomieszczeń ze zmienną ilością powietrza nawiewanego i wywiewanego, CAV (ang. *Constant Angular Velocity* – to system, który dostarcza do pomieszczenia powietrze nawiewane ze stałą wydajnością).
- Monitorowanie urządzeń klimatyzacyjnych obejmujące: odczyt poprzez protokoły komunikacyjne parametrów temperatur i wilgotności, mierzone przez elementy automatyki zespołów klimatyzatorów (parametry klimatyzowanego powietrza), odczyt poprzez protokoły komunikacyjne rejestrów przedstawiających stany pracy lub awarii poszczególnych urządzeń zespołów klimatyzacyjnych, odczyty poprzez protokoły komunikacyjne stanu pracy sterowników układów klimatyzacji.
- Monitoring głównych parametrów zasilania elektroenergetycznego w zakresie: monitorowania stanów załączenia torów zasilania rozdzielnic średniego napięcia i niskiego napięcia i monitorowania stanów załączenia torów zasilania punktów odbiorczych w serwerowniach (odpływy do klimatyzatorów, zasilanie poszczególnych szaf RACK (szafa teleinformatyczna).
- Monitorowanie parametrów napięcia, prądu i mocy poprzez dane z analizatorów parametrów sieci elektroenergetycznej, zainstalowanych we wszystkich najważniejszych rozdzielniach budynku objętego działaniem BMS. W tym obszarze funkcjonalnym istotne jest także m.in. monitorowanie pracy urządzeń zasilania awaryjnego UPS oraz pracy generatorów prądotwórczych, pracy transformatorów i instalacji paliwowej.
- Sterowanie oświetleniem skojarzone z systemami odczytu danych o oświetleniu zewnętrznym budynku i pomieszczeń.
- Raportowanie podsystemów w czasie rzeczywistym, w postaci wizualizacji graficznej pomieszczeń z naniesionych na ich plany aktywnymi punktami pomiarowymi z możliwością alarmowania lub wczesnego ostrzeżenia sygnałem dźwiękowym i graficznym w przypadku przekroczenia wartości dopuszczalnych lub krytycznych.

Największym problemem systemów BMS jest częsta niekompatybilność rozwiązań automatyki budynku z systemami IT stosowanymi do ich nadzoru. Wymaga to tworzenia interfejsów pośredniczących, osobnych rozwiązań sterowników, które mają umożliwić płynne i bezawaryjne zarządzanie. Spowalnia to jednak często działanie systemu albo pochłania zasoby systemowe: pracy procesorów, pamięć RAM, przestrzeń danych i zajmowanie pasma. Z tego powodu BMS wymaga sprawnego sprzętu IT [4].

3. Geneza powstania i rozwój systemów inteligentnych budynków

Określenie „budynek inteligentny” pojawiło się i przyjęło na początku lat 80. XX wieku w USA. Pomimo iż nie jest ono właściwe, gdyż inteligencją odznaczają się istoty żywe, przede wszystkim człowiek a nie przedmioty martwe – budynki, jest ono chętnie stosowane. Definicja inteligentnego budynku od początku ulegała modyfikacjom. W początkowym okresie skupiano się prawie całkowicie na wyposażeniu w tzw. systemy dla budynków inteligentnych (ang. *Intelligent Building System* – IBS). W wyniku rozwoju technologicznego w dziedzinie techniki mikroprocesorowej zaczęły pojawiać się nowe pola zastosowań informatyki, elektroniki i telekomunikacji w budynku. Zaczęto coraz bardziej zwracać uwagę na problem oszczędności energii i bezpieczeństwa.

Początkowo mianem inteligentnego budynku określano te obiekty, które posiadały kontrolę podstawowych instalacji odpowiedzialnych za mikroklimat pomieszczeń (oświetlenie, ogrzewanie, wentylacja, klimatyzacja) oraz wind, systemów antywłamaniowych, sygnalizacji pożarowej, systemów kontroli dostępu, zasilania elektrycznego.

Następnie pojawił się kolejny złożony element „inteligencji” budynku – centrum sterujące i monitorujące, mające kontrolę nad całym budynkiem. Dało to pełną kontrolę nad całością, możliwość monitorowania i zarządzania wszystkimi usługami, zwiększenie poziomu bezpieczeństwa w budynku oraz optymalizację zużycia energii. Ograniczyło to także ilość okablowania. Obiekt taki stawał się tańszy w eksploatacji, gdyż koordynacja wszystkich systemów zapewniała dostarczanie rozkazów sterujących do wszystkich elementów obiektu podlegających zarządzaniu. Wadą centralnego sterowania była jedynie większa zawodność całego systemu. Uszkodzenie centralnego komputera powodowało zanik wszystkich funkcji nadzorczych.

Pod koniec lat 80. nadzór nad infrastrukturą techniczną został rozproszony i przeniesiony do prostych systemów mikroprocesorowych, znajdujących się w różnych miejscach budynku. Były to tzw. sterowniki bezpośredniego sterowania DDC (ang. *Direct Digital Control*). Komputer centralny stracił poprzednią funkcję. Stał się centrum dowodzenia nadzorującym pracę pojedynczych podsystemów. Uszkodzenie jednego elementu nie miało już tak dużego wpływu na działanie całego systemu i nie powodowało jego zapaści.

Po roku 1995 głównie przy użyciu oprogramowania komputerowego zintegrowano wszystkie systemy działające w budynku. Integracja wszystkich pracujących systemów stała się cechą dominującą budynków inteligentnych (tabela 3.1). Współpracują w nich systemy bezpieczeństwa oraz systemy techniczne, które wymieniają między sobą potrzebne do prawidłowego działania informacje. Popularny stał się BMS, który składa się z oprogramowania i urządzeń wykonawczych umożliwiających pełną integrację systemu elektronicznego zarządzania urządzeniami technicznymi budynku i ich wzajemnego komunikowania się. Ideą zarządzania inteligentnym budynkiem za pomocą BMS jest skoncentrowanie w jednym miejscu wszystkich funkcji sterowniczych i kontrolnych [34].

Tabela 3.1. Porównanie parametrów wybranych systemów automatyki budynkowej [38]

System	Luxor	Hometronic	Xcomfort	LCN	KNX/EIB	Dupline	Teletask	Teleco	Sienna	IDRA
Sterownice										
Dwustanowe / płynne / czasowe / reg	●/●/○/○	●/●/●/●	●/●/●/●	●/●/●/●	●/●/●/●	●/●/●/.	●/●/●/●	●/●/●/●	●/●/./○	●/●/●/.
Sceny świetlne / warunki / klimatyzacja	○/P/○	●/P/●	●/PZL/●	●/PZL/●	●/PZL/●	●/PZL/●	●/PZL/●	./Z/○	●/Z/○	●/PZL/.
Sensory										
Dodatkowe we/wy C/A	○	○	●/●	●/●	●/●	●/○	●/●	○	●/○	●/●
Czujniki w ofercie										
Cz. temp. / wilgotności / CO2 / oświetlenia	○/○/○/●	●/○/○/●	●/●/●/●	●/○/○/●	●/●/./●	●/○/○/●	●/●/○/●	○/○/○/●	○	●/●/○/●
Stacja pogodowa / cz. ruchu / cz. obecności	●/○/○	●/○/○	●/●/○	●/●/○	●/●/●	●/●/●	○/○/○	●/●/●	○	○/○/○
Czujnik zalania / kontaktry / cz. dymu	○	○	●/●/●	○	./●/●	●/○/●	●/○/○	●/●/○	○	○/○/○

Tabela 3.1. c.d. Porównanie parametrów wybranych systemów automatyki budynkowej [38]

Bezpieczeństwo										
Alarm / sym. obecności / ident. domowników	o/●/o	o/●/o	o/●/o	o/●/●	././.	●/●/o	●/●/●	o/./o	o/./o	././.
Komunikacja z systemem										
Panele dotykowe / przyciski / pilot	o	o/●/●	o/●/●	o/●/●	Internet, Bluetooth	GSM	●/●/●	o/./o	o/●/●	o/●/●
Zdalna	o	o	GSM, Bluetooth	GSM	Internet, Bluetooth	GSM	GSM, Internet, TV	GSM	Internet	E-mail, TV, GSM
Komputer	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o
Magistrala	COM	Radio	Radio	Sieć	Sieć, radio, InstaBus	Modulus, radio	Autobus	Radio	Sieć	IDRANet
Oprogramowanie	Konfiguracja śrubokrętem	Konfiguracja pokrętelem	MRF S/K	LCN S/K/W	ETS3 S/K/W	Webserver S/K/W, Prolin	Prosoft S/K/W	.	Sienna S/K	Cortex S/K
Scentralizowany	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o

Dwie generacje systemów automatyki budynków:

- oparte na technice przekaźnikowej, zapoczątkowane w latach 60–70. XX wieku; systemy stosowane do chwili obecnej (SI, Luxor),
- oparte na komunikacji cyfrowej (KNX/EIB, IHC, LCN, C-BUS, LonWorks, Dupline, Xcomfort i in.), początkowo wzorowane na systemach automatyki przemysłowej, z czasem rozwinięte jako systemy autonomiczne; rozwijane od połowy lat 80. i początku lat 90. XX wieku do chwili obecnej.

4. Podział systemów zainstalowanych w budynku

Wymagania stawiane budynkom i obiektom są coraz wyższe, zarówno w przypadku nowo budowanych, jak i już funkcjonujących. Budynki pełnią bardzo różnicowane funkcje.

Pierwsze popularne systemy na rynku automatyki budynków [57] należały do grupy tzw. systemów zamkniętych. Ich instalacja stanowiła domenę nielicznych dostawców i wiązała się z poniesieniem wysokich kosztów, informacje techniczne związane z wykorzystanymi elementami objęte były tajemnicą producenta. Powodowało to, że automatyzowane były zwykle duże budynki, takie jak biurowce, budynki użyteczności publicznej, lotniska czy stadiony.

Od końca lat 80. zaczęły pojawiać się nowe rozwiązania, należące do grupy tzw. systemów otwartych. Charakteryzują się one upublicznionymi protokołami i architekturami, które zatwierdzone są przez producentów, integratorów i instytucje normalizacyjne. W tym przypadku praktycznie każda firma może wyprodukować i wprowadzić na rynek urządzenie lub oprogramowanie, które stanie się częścią systemu otwartego.

Powoduje to, że rozwój omawianej dziedziny jest coraz szybszy i powstaje coraz więcej firm zajmujących się taką działalnością, a koszty instalacji ponoszone przez użytkowników końcowych są mniejsze. Dodatkowo dużą zaletą prezentowanych systemów jest możliwość ich wzajemnej współpracy, co pozwala na dużą elastyczność w przypadku projektowania lub modernizacji instalacji w budynku.

Nie zawsze budynki inteligentne wyposaża się we wszystkie systemy sterujące bezpieczeństwem i komfortem. Dlatego też wprowadzono podział na kategorie (tabela 4.1), które uwzględniają tę sytuację.

Tabela 4.1. Kategorie instalacji budynków inteligentnych

Kategoria	Wyposażenie budynku	Opis
A	pełne wyposażenie w system zarządzania bezpieczeństwem i komfortem	budynek wyposażony we wszystkie systemy zabezpieczeń i sterowania
B	systemy zabezpieczeń, sterowanie oświetleniem i HVAC	budynek wyposażony przynajmniej w system sygnalizacji pożarowej, włamaniowej, kontroli dostępu oraz sterowanie klimatyzacją i oświetleniem
C	tylko system zabezpieczeń	budynek wyposażony przynajmniej w system sygnalizacji pożarowej, włamaniowej i kontrolę dostępu

Tabela 4.2. Klasyfikacja systemów zarządzania budynkami pod względem ich złożoności

Klasa	Nazwa klasy	Opis
0	brak systemów sterowania	obiekt nie posiada systemów sterowania i żadnych systemów zabezpieczeń
1	brak zintegrowanych systemów sterowania	obiekt wyposażony jest w systemy nadzoru i/lub sterowania, przy czym poszczególne systemy nie współpracują ze sobą i nie korzystają ze wspólnych zasobów
2	częściowy monitoring	obiekt wyposażony w wiele systemów nadzoru i sterowania, a niektóre z nich są połączone jednym, wspólnym systemem wizualizacji informacji
3	pełen monitoring	obiekt wyposażony w systemy nadzoru i sterowania, połączone jednym, wspólnym systemem wizualizacji informacji
4	pełen monitoring i częściowe centralne zarządzanie	obiekt wyposażony w systemy nadzoru i sterowania wszystkimi funkcjami, większość jest połączona jednym wspólnym systemem wizualizacji informacji, niektórymi systemami można sterować z jednego systemu zarządzania
5	pełne zarządzanie	obiekt wyposażony w systemy nadzoru i sterowania praktycznie wszystkimi funkcjami i wszystkie te systemy są połączone jednym systemem zarządzania

Wprowadzenie pierwszych urządzeń odpowiedzialnych za mikroklimat wewnątrz budynku spowodowało pojawienie się dolegliwości związanych z ich działaniem u ludzi tam pracujących. Zaobserwowano spadek jakości i wydajności pracy, zwiększyła się absencja pracowników. W latach 70. pojawiło się po raz pierwszy pojęcie syndromu chorego budynku (SBS – ang. *Sick Building Syndrome*). W 1984 r. Światowa Organizacja Zdrowia informowała, iż syndrom SBS występuje aż w 30% nowych i odnawianych budynków na świecie.

W budynkach inteligentnych zauważono wiele negatywnych zjawisk zdrowotnych wśród osób w nich przebywających. Początkowo te budynki były realizowane niemal wyłącznie jako miejsca pracy, w których wraz z objawami chorobowymi wystąpiły spadki wydajności pracy. Dlatego problem nazwany syndromem chorego budynku stał się przedmiotem badań naukowych. W większości przypadków te negatywne zjawiska mają związek z nieprawidłowym działaniem budynku lub wręcz z błędami projektowymi.

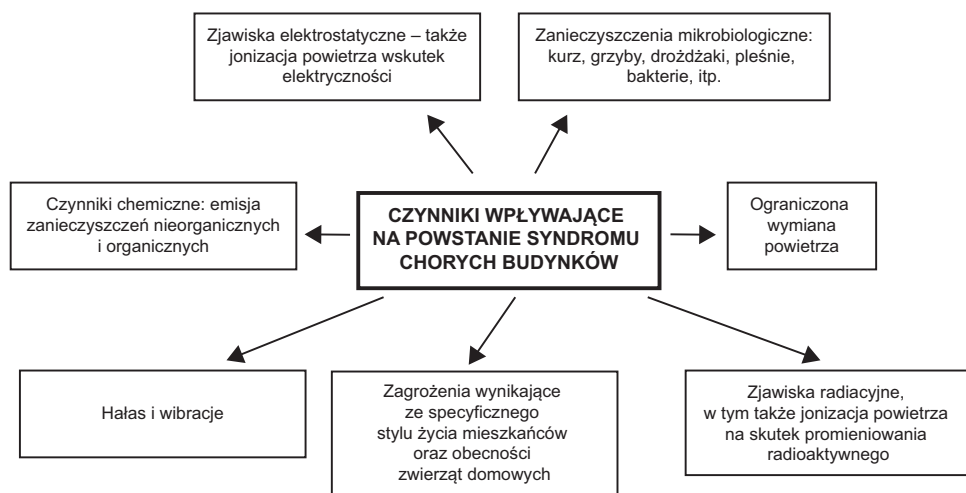
Mianem chorego budynku nazywa się obiekt, który stwarza niekorzystne środowisko pracy sprzyjające częstym zachorowaniom, złemu samopoczuciu, alergiom u większej populacji pracowników jednocześnie. Efektem SBS jest grupa symptomów chorobowych, które są specyficzne dla danego środowiska, np. ból głowy, spadek kon-

centracji, kłopoty z oddychaniem, łzawienie oczu, wysychanie spojówek, wysychanie skóry i inne (rys. 4.1).

Przyczyny syndromu chorego budynku polegają na:

- niewłaściwych warunkach sztucznego mikroklimatu budynku tworzonego przez systemy HVAC. Niewłaściwa jakość powietrza obejmuje: zanieczyszczenia organiczne i nieorganiczne, wilgotność, skład, temperaturę,
- niewłaściwych warunkach oświetleniowych (zbyt niskie lub zbyt wysokie natężenie, niewłaściwy kierunek, olśnienia),
- hałasie lub zbyt niskim poziomie dźwięków w tle,
- niewłaściwie ukształtowanej przestrzeni i rozmieszczeniu wyposażenia,
- niewłaściwym doborze pomieszczeń, nieadekwatnym do potrzeb organizacyjnych.

Z uwagi na wysoki koszt wyposażenia budynku inteligentnego w urządzenia techniczne, wymagania stawiane mu przez rynek w zakresie warunków pracy są bardzo wysokie. Eliminacja przyczyn powstawania zjawiska SBS jest więc zadaniem podstawowym zarówno dla projektanta, jak i osób zajmujących się zarządzaniem zasobami budynku [51].



Rys. 4.1. Czynniki wpływające na powstawanie i występowanie syndromu chorego budynku

Źródło: Niezabitowska E. i in.: Budynek inteligentny. Tom 1. Potrzeby użytkownika a standard budynku inteligentnego, Wyd. Politechniki Śląskiej, 2005.

W Polsce w okresie transformacji ustrojowej wiele budynków zmieniło przeznaczenie [54]. Często łączyło się to z remontami, w wyniku których poprawiała się szczelność budynków oraz pogarszały warunki wymiany powietrza. Zbyt mała ilość świeżego powietrza dostarczanego do pomieszczeń stała się przyczyną częstych omdleń pracowników. Przykładem chorego budynku był wybudowany na przełomie lat 70. i 80. budynek Intraco II w Warszawie.

5. Cel stosowania systemów automatyki domowej

Wraz z rozwojem cywilizacji i wzrostem dobrobytu człowiek dąży do tego, aby obiekt, w którym przebywa, poprawiał jakość życia. Budynek ma być bardziej funkcjonalny, ma zapewniać użytkownikowi wysoki komfort życia oraz gwarantować wysoki poziom bezpieczeństwa, przy jednoczesnym zachowaniu minimalizacji kosztów utrzymania. W związku z tym w budynkach pojawiło się wiele systemów podnoszących funkcjonalność i obniżających koszty eksploatacji. Stały się one doskonałym obszarem do stosowania nowoczesnych technologii informacyjnych.

Inteligentny budynek integruje między innymi systemy:

- elektryczne i zasilające,
- okablowania strukturalnego,
- oświetleniowe,
- klimatyzacji i wentylacji,
- ogrzewania,
- telekomunikacyjne,
- audiowizualne,
- sygnalizacji pożaru,
- sygnalizacji włamania i napadu,
- kontroli dostępu,
- sterowania żaluzjami, roletami,
- komputerowe.

Za pośrednictwem systemów elektronicznych budynek rejestruje stany wewnętrzne i zewnętrzne oraz reaguje na nie w celu zapewnienia użytkownikowi komfortu i bezpieczeństwa. Środkami technicznymi, które reagują na stany wewnętrzne w budynku, są:

- czujniki temperatury i wilgotności,
- czujniki natężenia oświetlenia,
- czujniki dymu,
- czujniki antywłamaniowe,
- czytniki kart identyfikacyjnych,
- kamery monitorujące pomieszczenie.

Natomiast na stany zewnętrzne oddziałują następujące środki techniczne:

- system zewnętrznej komunikacji telefonicznej,
- system komunikacji satelitarnej.

Przykładem środków technicznych reagujących na bodźce jest system przeciwpożarowy składający się z:

- alarmu ostrzegawczego,
- oświetlenia awaryjnego,

- systemu oddymiania,
- urządzeń gaszących.

Podstawowe sposoby komunikowania się urządzeń i systemów pomiędzy sobą to:

- niezależne połączenia kablowe (miedziane, światłowodowe, mieszane) z zastosowaniem różnych protokołów komunikacyjnych,
- połączenia radiowe w różnych pasmach częstotliwości (również mikrofalowe),
- połączenia w zakresie promieniowania podczerwonego,
- połączenia z wykorzystaniem sieci elektroenergetycznej.

Lokal mieszkalny jest bardzo złożonym obiektem do sterowania. Wzajemnie wykluczające się wskaźniki jakości, np. komfort użytkowników i poziom zużycia energii powodują, że niezwykle trudno znaleźć odpowiednie kompromisowe rozwiązanie. Właściwości fizyczne obiektu sterowania, a także występowanie pewnych niedeterministycznych zdarzeń (np. temperatura zewnętrzna, przebywanie w lokalu pewnej grupy osób) powodują, że do sterowania należy użyć kilku algorytmów, które mogą ze sobą współpracować (np. wymiana danych). Z jednej strony układy sterowania, np. temperaturą w pomieszczeniach, powinny zapewniać odpowiedni komfort osób w nim przebywających, z drugiej strony dąży się do tego, aby minimalizować koszty takiego sterowania. Optymalizując koszty energii grzewczej, należy brać pod uwagę, czy w lokalu przebywają jakieś osoby albo czy np. jedno z okien jest otwarte. Można określić także szereg innych zadań sterowania, które podnoszą bezpieczeństwo i komfort mieszkańców, np. alarmy, symulacja obecności domowników, wykrywanie zalania lokalu lub pożaru.

6. Podstawy transmisji danych

Podstawy transmisji danych

Podstawą działania systemów mikroprocesorowych jest przetwarzanie danych, a co za tym idzie, również ich przesył. Pociąga to za sobą konieczność stosowania odpowiednich połączeń oraz opracowanych standardowych metod przesyłu, które zapewniają prawidłową wymianę informacji. Najbardziej znanym przykładem nowoczesnych systemów cyfrowej transmisji danych są sieci komputerowe. W zależności od obszaru, jaki obejmują, można poszczególne rodzaje sieci podzielić na:

- GAN (*Global Area Network*) – sieć globalna łącząca za pomocą przeróżnych łączy satelitarnych i kabli morskich wszystkie kontynenty ze sobą,
- WAN (*Wide Area Network*) – sieci kontynentalne łączące ze sobą poszczególne kraje. Prędkość transmisji dochodzi do 100 Kbit/s,
- MAN (*Metropolitan Area Network*) – sieci obejmujące obszary większych miast. Rozwój tych sieci ukierunkowany jest na jak największy przesył informacji z dużą prędkością transmisji pomiędzy 50 a 100 Mbit/s,
- LAN (*Local Area Network*) – sieci lokalne – samodzielne systemy, których rozległość ogranicza się zazwyczaj do obszarów poszczególnych jednostek organizacyjnych (np. biur). Odległość maksymalnie do kilku kilometrów, zaś prędkość transmisji utrzymuje się na poziomie od 100 Kbit/s do 20 Mbit/s.

Rodzaje transmisji danych

Wspólna struktura połączeń służących do przesyłu informacji nazywana jest magistralą. Umożliwia ona wymianę danych pomiędzy dużą liczbą uczestników. Konieczne jest jednak określenie zasad sterowania komunikacją.

Wyróżniamy zasadniczo dwa rodzaje sposobów transmisji danych – transmisję równoległą i szeregową. Podstawowe różnice między nimi to:

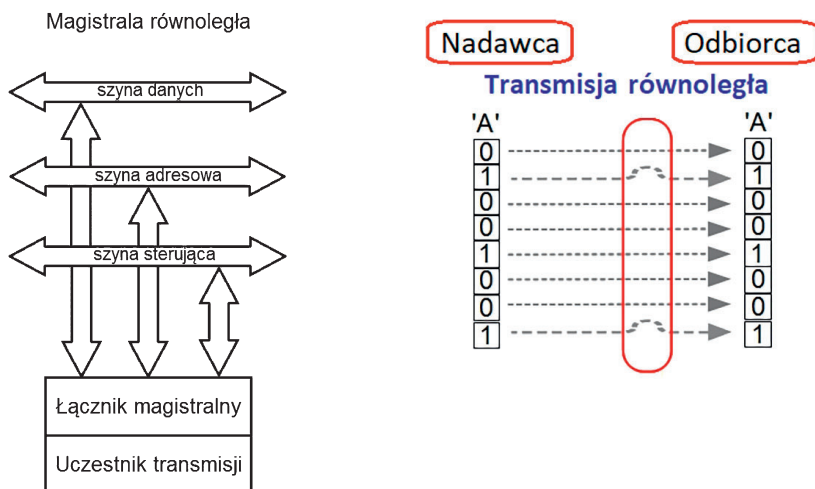
- koszty,
- pojemność przesyłu,
- zabezpieczenia transmisji,
- maksymalna, pokonywana przez informację odległość,
- elastyczność.

Obie technologie przesyłu informacji wymagają układu pozwalającego przyłączyć się mechanicznie i elektrycznie do magistrali.

Transmisja równoległa [63]

Transmisja równoległa przesyła jednocześnie od kilku do kilkuset sygnałów pod warunkiem zachowania ich synchronizacji (rys. 6.1). Układ transmisji równoległej składa się z szyny danych, szyny adresowej oraz szyny sterującej. W kolejnych taktach zegara po szynie danych przesyłane są wszystkie bity kolejnych słów naraz,

każdy bit odrębnym przewodem. Wymaga to istnienia co najmniej ośmiu przewodów, gdyż najmniejszym słowem jest jeden bajt (osiem bitów). Na tej zasadzie osiąga się wysoką prędkość transmisji (bit/s), tym większą im szersza jest szyna. W chwili obecnej stosuje się, już na co dzień, szyny 32-bitowe, np. PC EISA. Oznacza to, że przy jednym takcie zegara przesyła się jednocześnie cztery bajty. Szyna sterowania zapewnia synchronizację nadajnika i odbiornika. W trybie pracy jednokierunkowej wymagane są dwie linie sterujące, jedna sygnalizująca gotowość pracy nadajnika, druga gotowość odbioru odbiornika. Obustronna sygnalizacja gotowości pracy nadajnika i odbiornika gwarantuje, że żaden z przesyłanych bajtów danych nie zostanie zgubiony ani przeczytany dwukrotnie. Odpowiednio do pracy w trybie dwukierunkowym potrzebne są cztery linie sterujące, dwie dla synchronizacji wprowadzania danych i dwie dla wyprowadzania danych.



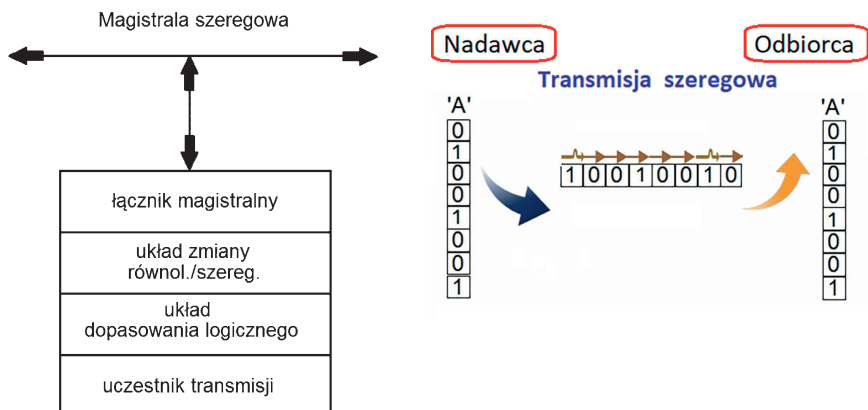
Rys. 6.1. Równoległa transmisja danych

Źródło: <https://sage2.icse.us.edu.pl/> - Paweł Zajdel – iCSE [63].

Transmisja równoległa, oprócz wymagania w postaci dużej ilości linii (przewodów), posiada jeszcze jedną wadę. Przy dużych szybkościach przekazywania danych na duże odległości istotnym ograniczeniem stają się problemy techniczne związane z różnymi prędkościami rozchodzenia się sygnałów w nieidentycznych przewodach oraz z przesłuchami występującymi między sąsiadującymi liniami. Dlatego też znajduje ona zastosowanie głównie przy niewielkich odległościach przesyłu, np. wewnątrz jednostki centralnej komputera.

Transmisja szeregową

Transmisja szeregową rozkłada przesyłaną informację na poszczególne bity i przesyła je jeden po drugim. Kolejność bitów (od pierwszego czy od ostatniego) zależy od konkretnego standardu (rys. 6.2).



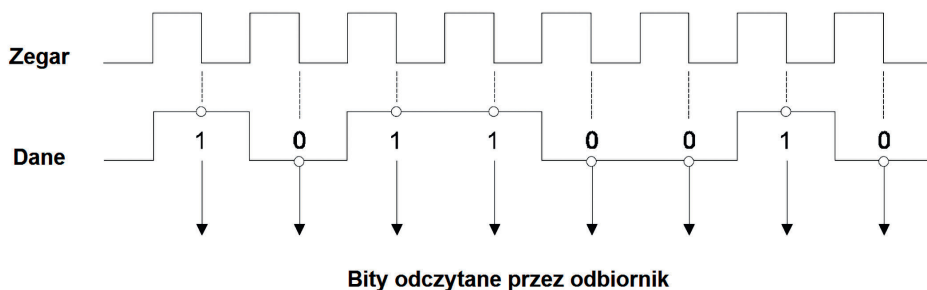
Rys. 6.2. Szeregową transmisja danych

Źródło: <https://sage2.icse.us.edu.pl/> - Paweł Zajdel – iCSE [63].

Metoda transmisji szeregową oferuje możliwość większego oddalenia użytkowników od siebie oraz mniejsze koszty okablowania (mniej żył) [58]. Różni się od poprzedniej tym, że pojedyncze bity informacji są przesyłane jeden po drugim tym samym przewodem (nośnikiem) i muszą być odczytywane przez odbiornik dokładnie w tempie nadawania, gdyż inaczej niektóre bity mogłyby zostać zgubione lub odczytane dwukrotnie. Obustronna sygnalizacja gotowości przy przekazywaniu każdego bitu nie jest stosowana, gdyż zwolniłaby znacznie szybkość transmisji, a ponadto wymagałaby dodatkowo przynajmniej dwóch przewodów sterujących. Podstawową trudnością transmisji szeregową danych jest więc zapewnienie synchronizacji pracy nadajnika i odbiornika. Zastosowanie zegarów o takiej samej częstotliwości w nadajniku i odbiorniku nie rozwiązuje problemu, ponieważ w długich okresach czasu nawet najmniejsze różnice w częstotliwościach zegarów doprowadziłyby do rozsynchronizowania się urządzeń. W praktyce stosuje się dwa sposoby organizacji transmisji szeregową – synchroniczną i niesynchroniczną.

Transmisja synchroniczna wymaga poprowadzenia pomiędzy nadajnikiem i odbiornikiem dodatkowej linii synchronizującej, po której przekazywany jest wspólny dla urządzeń sygnał zegara (rys. 6.3) [58]. Sygnał ten może być generowany przez nadajnik, odbiornik lub przez zegar zewnętrzny. Rozwiązanie to gwarantuje tę samą prędkość pracy odbiornika i nadajnika oraz umożliwia rozpoznawanie poszczegól-

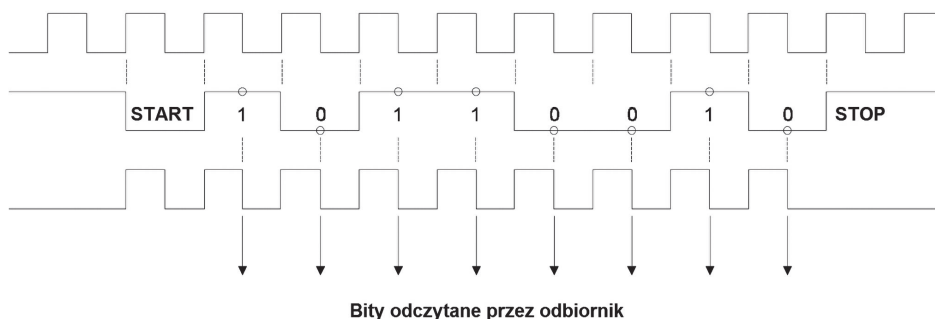
nych bitów słowa. Metoda ta jest stosowana rzadko i tylko do przesyłu informacji na nieduże odległości.



Rys. 6.3. Transmisja szeregową synchroniczną

Źródło: Materiały informacyjne z tematyki produktów KNX, KNX Polska, 2021.

Transmisja asynchroniczna nie wymaga żadnych dodatkowych połączeń sterujących pomiędzy nadajnikiem i odbiornikiem (rys. 6.4) [58]. Każde przekazywane słowo danych zaopatrzone jest w dodatkowe znaczniki początku i końca słowa. Zarówno nadajnik, jak i odbiornik posiadają własne zegary, nastawione na tę samą częstotliwość. Zegar odbiornika uruchamia się w momencie wykrycia znacznika początku słowa i zatrzymuje się przyjąwszy znacznik końca. Ponieważ przekazywane słowa danych składają się z reguły z 5 do 9 bitów, nie licząc znaczników, zegary w tak krótkim czasie nie zdążą się rozsynchronizować. Jednak brak przewodu synchronizującego powoduje obniżenie prędkości transmisji. Ze względu na duże odległości transmisji szeregowej istnieje możliwość występowania zakłóceń oraz przekłamań informacji. Z tego powodu konieczne jest zastosowanie mechanizmów kontroli. W układach transmisji synchronicznej stosuje się metodę kodowania z kontrolą CRC przy użyciu nadmiarowych słów kontrolnych, zaś w transmisji synchronicznej prostszą, lecz również mniej pewną metodę sprawdzania parzystości.



Rys. 6.4. Transmisja szeregową asynchroniczną

Źródło: Materiały informacyjne z tematyki produktów KNX, KNX Polska, 2021.

Wyróżnia się sprawdzanie parzystości „wprost” i „nie wprost” [58]. Różnica pomiędzy tymi metodami polega na tym, że w przypadku kontroli „wprost” bit parzystości zostaje tak dobrany, aby suma bitów danych i bitu parzystości wynosiła zero, zaś dla kontroli „nie wprost” jeden. Ta pierwsza metoda sprawdzenia parzystości jest najprostszym i najszersze stosowanym w komunikacji cyfrowej sposobem sprawdzania poprawności odbieranej informacji.

Reguły przesyłu informacji

Tak jak już wspomniano wcześniej, aby informacja mogła być przesłana w sieci od nadawcy do odbiorcy nie wystarczy połączenie elektryczne obu uczestników transmisji. Wymiana informacji pomiędzy nimi musi podlegać pewnym regułom.

Model ISO/OSI

W 1984 r. został opublikowany przez ISO (*International Standards Organization*) model komunikacji dla systemów otwartych OSI (*Open Systems Interconnection*). Stał się on podstawą do opisywania systemów komunikacji, głównie komputerowej. Stosuje się go również do sieci przemysłowych.

Model ten jest podzielony na siedem warstw, każda z nich definiuje zbiór usług i związanych z nimi protokółów (zasad komunikacji), manipulowania informacją na poziomie tej warstwy (rys. 6.5). Każda warstwa otrzymuje informacje z bezpośrednio niższej warstwy i przekazuje ją do bezpośrednio wyższej lub na odwrót. Ponieważ zdefiniowano wiele różnorodnych czynności dla każdej warstwy, model ten może być dopasowany do szerokiej gamy sprzętu i oprogramowania sieciowego. Takie warstwowe ułożenie funkcji i protokółów daje podstawę komunikacji pomiędzy odmiennymi typami sprzętu i oprogramowania sieciowego.

Warstwa fizyczna zapewnia fizyczne dołączenie (okablowanie) do przepływu danych pomiędzy urządzeniami sieci. Definiuje elektryczne i mechaniczne połączenia (złącza) z systemem okablowania sieci oraz funkcje zajmujące się właściwą transmisją bitów danych pomiędzy urządzeniami w sieci.

Warstwa łącza określa metody kontroli dostępu do okablowania. Warstwa ta określa podstawowe jednostki informacji (zwane pakietami) oraz metody tworzenia, wysyłania i odbierania tych pakietów. Ma ona zapewniać bezbłędną komunikację pomiędzy urządzeniami sieciowymi.

Warstwa sieciowa określa, w jaki sposób dane są kierowane z jednego urządzenia do drugiego. Może również ukrywać niższe warstwy przed wyższymi, umożliwiając temu samemu oprogramowaniu górnowiązowemu wykorzystanie różnych rodzajów sprzętu sieciowego. Ponadto w warstwie tej dane mogą być kierowane z jednego sprzętu sieciowego do innego.



Rys. 6.5. Model ISO/OSI

Źródło: Materiały informacyjne z tematyki produktów KNX, KNX Polska, 2021.

Warstwa transportowa określa procedury rozpoznawania błędów, korekcji ich oraz wymagania dotyczące powtórzeń informacji [58].

Warstwa sesji koordynuje współdziałanie między funkcjami i programami użytkowymi wykonywanymi na różnych urządzeniach sieciowych.

Warstwa prezentacji określa konwersje kodu i dopasowania formatów danych dla programów użytkowych.

Warstwa aplikacji zajmuje się usługami sieciowymi i komunikacją użytkownika z siecią.

W sieciach przemysłowych, np. sieci sterowników programowalnych PLC, nie ma potrzeby stosowania rozbudowanych systemów transmisji, jak to jest w sieci komputerowej. Z reguły ich obszar ogranicza się do stosowania warstw: fizycznej, łącza, transportowej oraz aplikacji.

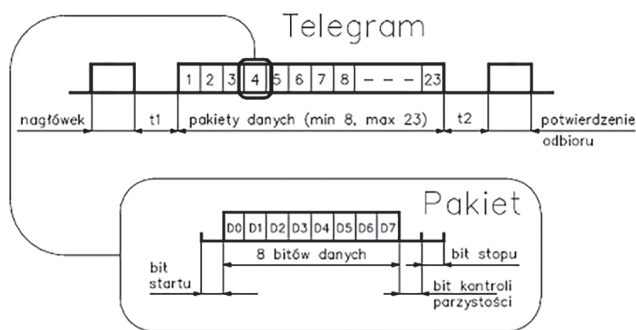
Protokół transmisji

Komunikacja sieciowa odbywa się na zasadzie przesyłania pakietów. Zanim dane zostaną przemieszczone z jednego urządzenia sieciowego do innego, są umieszczane w małych jednostkach informacji zwanych pakietami. Jeśli strumień danych jest większy niż pojemność pojedynczego pakietu, dane te są umieszczane w wielu pakietach.

Zasady transmisji zwane protokołem opisują zakres, rodzaj i kolejność informacji, jaka powinna zostać przesłana po sieci. Określają one m.in. budowę telegramu (komunikatu).

Przykładami normowanych protokołów są: MAP (ang. *Manufacturing Automation Protocol*) oraz TOP (ang. *Technical and Office Protocol*).

Standardowy telegram składa się z nagłówka, rdzenia i części kontrolnej (rys. 6.6) [58]. W nagłówku znajduje się adres nadawcy i odbiorcy telegramu, dane sterujące, takie jak np. długość informacji właściwej, czy też znacznik powtórzeń umieszczany w telegramie powtarzanym przy wadliwej transmisji, potrzebny do rozróżnienia typów wiadomości. W nagłówku umieszcza się również niekiedy bity priorytetu wiadomości. Pozwala to w momencie zawieszenia systemu lub zapętlenia procesu na awaryjne, ręczne sterowanie urządzeniami za pomocą telegramów o najwyższym priorytecie. Rdzeń telegramu zawiera właściwą informację przesyłaną. W zależności od rodzaju telegramu mogą one mieć albo stałą (telegramy krótkie) albo zmienną długość (telegramy długie).



Rys. 6.6. Budowa telegramu

Źródło: Materiały informacyjne z tematyki produktów KNX, KNX Polska, 2021.

W skład bloku kontrolnego, znajdującego się zazwyczaj na końcu telegramu, wchodzi informacja zabezpieczająca prawidłową transmisję danych [58]. Na podstawie tych informacji odbiorca telegramu może określić, czy dane zawarte w otrzymanym telegramie nie zawierają błędów. Sprawdzenie takie jest konieczne, gdyż w niektórych przypadkach błędna informacja może być odczytana przez odbiornik jako prawidłowa, lecz o zupełnie innym znaczeniu. Najbardziej znaną metodą kontroli jest bit parzystości umieszczany na końcu pakietu (paczki danych, ramki). Parzystość określa się „wprost”. Rodzaj takiej kontroli określany jest mianem parzystości wszerz (ang. VRC – *Vertical Redundancy Check*). W przypadku transmisji wieloramkowej (wielopakietowej), pomimo sprawdzenia parzystości dla każdej ramki istnieje możliwość występowania błędów transmisji. Dochodzi do tego, gdy błąd wystąpi na miejscu dwóch bitów (lub innej parzystej liczby). Dlatego oprócz sprawdzenia każdej ramki wszerz, wszystkie ramki są sprawdzane pionowo – wzdłuż (ang. LRC – *Longitudinal Redundancy Check*). Wynik pionowej kontroli parzystości zostaje zapisany w części kontrolnej. Zazwyczaj określenie parzystości wzdłuż odbywa się na zasadzie „nie wprost”. Połączenie obu metod nazywa się to metodą sprawdzenia krzyżowego i zapewnia największą pewność wykrycia błędów transmisji.

Klasyfikacja sieci

Powstanie oraz rozwój sieci odbywały się i trwają nadal wielotorowo. Wynikiem tego było powstanie różnego rodzaju sieci, które różnią się pomiędzy sobą topologią, rodzajem dostępu, sposobem nadzoru oraz nośnikiem. Proces standaryzacji sieci lokalnych pozwolił na połączenie ich w większe struktury (MAN, WAN, GAN).

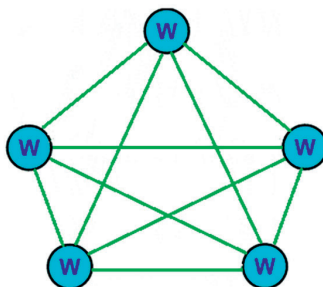
Topologia połączeń

Podstawowym sposobem klasyfikacji sieci jest rodzaj topologii sieci, tzn. rodzaj połączeń pomiędzy uczestnikami transmisji (użytkownikami). Od rodzaju topologii zależy nie tylko sposób okablowania lecz również prędkość transmisji, podatność na zakłócenia, sposób zarządzania siecią oraz sposób zabezpieczeń transmisji. Zasadniczo można je podzielić na dwie grupy:

- punkt–punkt,
- systemy magistralne.

Punkt–punkt

Sieć ta łączy bezpośrednio uczestników ze sobą za pomocą przewodów szeregowych (np. RS 232) (rys. 6.7). W tej topologii przesył danych odbywa się tylko pomiędzy dwoma urządzeniami w sieci, które mogą być do siebie podłączone bezpośrednio, jak również z wykorzystaniem urządzeń pośredniczących. Rozwiązanie to nie jest praktycznie wykorzystywane na dużą skalę.



Rys. 6.7. Połączenie punkt–punkt; W – stacja robocza

Źródło: Materiały informacyjne z tematyki produktów KNX, KNX Polska, 2021.

Zalety takiego rozwiązania to:

- możliwość natychmiastowego i bezkolizyjnego przekazywania telegramów,
- w przypadku przerwania jednego z połączeń nie traci się kontaktu z innymi uczestnikami,
- uszkodzenie terminala nie powoduje awarii całej sieci.

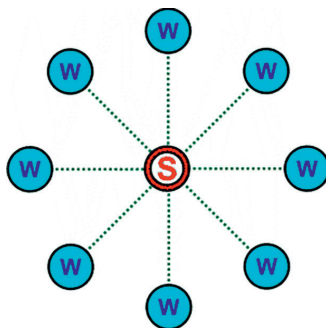
Wadą jest to, że:

- przy większej ilości uczestników transmisji sieć połączeń nadmiernie się komplikuje, ponieważ każde połączenie wymaga oddzielnego przewodu i oddzielnego portu komunikacyjnego.

Stosowane są także inne rozwiązania:

Gwiazda

Stosuje się ją zazwyczaj w przypadku, gdy jeden z uczestników posiada większą moc obliczeniową od pozostałych i pełni rolę uczestnika nadrzędnego (Master). Komunikacja odbywa się na zasadzie punkt–punkt. Albo Master po kolei komunikuje się z jednostkami podrzędnymi (Slave) z potwierdzeniem lub bez, albo łączy się ze Slavem po wywołaniu go (rys. 6.8).



Rys. 6.8. Połączenie typu gwiazda; S – serwer

Źródło: Materiały informacyjne z tematyki produktów KNX, KNX Polska, 2021.

Zalety takiego rozwiązania:

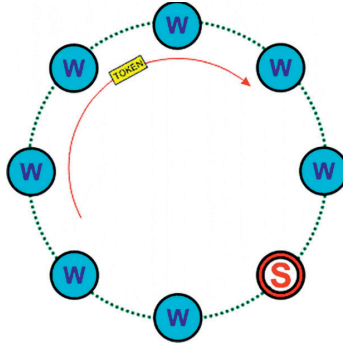
- uszkodzenie jednego Slave’a nie wpływa na działanie reszty sieci,
- duża szybkość i niezawodność działania,
- uszkodzenie terminala nie powoduje awarii całej sieci.

Wady takiego rozwiązania:

- skomplikowane okablowanie,
- brak bezpośredniego połączenia wszystkich uczestników,
- uszkodzenie Mastera powoduje całkowite unieruchomienie sieci,
- wysokie koszty okablowania.

Pierścień

Przy takim połączeniu wszyscy uczestnicy mogą być równouprawnieni, zaś komunikacja odbywa się przez przekazywanie telegramu sąsiednim uczestnikom tak, aż dotrze on do odbiorcy (rys. 6.9).



Rys. 6.9. Połączenie pierścieni

Źródło: Materiały informacyjne z tematyki produktów KNX, KNX Polska, 2021.

Zalety takiego rozwiązania:

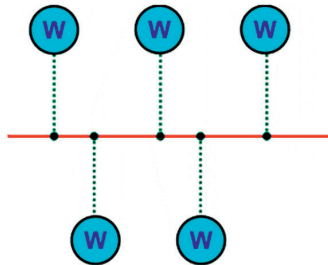
- prosta realizacja,
- niski koszt okablowania.

Wady takiego rozwiązania:

- brak bezpośredniego połączenia wszystkich uczestników,
- uszkodzenie jednego użytkownika.

Magistrala

Wszyscy uczestnicy są połączeni za pomocą jednego wspólnego łącza. W jednej chwili czasowej można przesyłać tylko jedną wiadomość (rys. 6.10).



Rys. 6.10. Połączenie typu magistrala

Źródło: Materiały informacyjne z tematyki produktów KNX, KNX Polska, 2021.

Zalety takiego rozwiązania:

- bezpośrednio połączenie wszystkich uczestników,
- uszkodzenie jednego z uczestników nie wpływa na resztę sieci,
- proste okablowanie – zamiast kabli można wykorzystywać kanał radiowy,

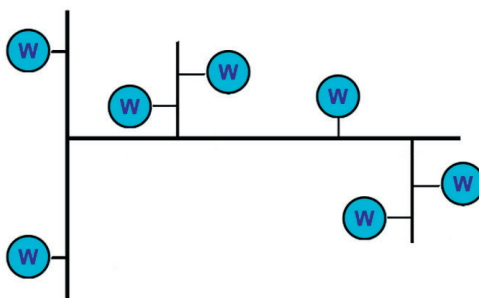
- niski koszt sieci oraz urządzeń sieciowych,
- łatwość rozbudowy.

Wady takiego rozwiązania:

- przerwanie kabla magistralnego powoduje całkowite uszkodzenie sieci,
- serwer nie posiada pełnej kontroli nad siecią,
- duża liczba terminali powoduje spadek efektywnej szybkości pracy sieci (częste kolizje),
- zerowe bezpieczeństwo przesyłu danych – każdy może podsłuchiwać każdego.

Struktura drzewiasta

Struktura ta jest połączeniem wcześniej omawianych topologii. Wiadomość jest transportowana od nadawcy do węzła i dalej do wszystkich użytkowników systemu magistralnego (rys. 6.11).



Rys. 6.11. Połączenie typu drzewo

Źródło: Materiały informacyjne z tematyki produktów KNX, KNX Polska, 2021.

Zalety takiego rozwiązania:

- dobre dopasowanie do wymagań budynku,
- łatwa konfiguracja,
- sieć zazwyczaj nie jest czuła na uszkodzenie danego komputera czy kabla,
- łatwa rozbudowa sieci komputerowej poprzez dodawanie kolejnych rozgałęzień.

Wady takiego rozwiązania:

- brak bezpośredniego połączenia użytkowników,
- duża ilość kabli,
- trudności w odnajdywaniu błędów,
- awaria węzła wyłącza część systemu.

Metody dostępu do sieci

W sieciach o topologii typu gwiazda lub pierścień, z wyróżnionym uczestnikiem nadrzędnym, dostęp do sieci koordynuje dany uczestnik [58]. Pełni on rolę centralnego koordynatora, który na ogół cyklicznie odpytuje podrzędnych użytkowników (metoda typu polling). W odpowiedzi na pytanie Mastera zgłaszają one potrzebę transmisji, określając adresata i ilość danych do przesłania.

W sieciach typu pętla o równouprawnionych uczestnikach transmisji stosuje się metodę przekazywania uprawnień (ang. *token passing*). Jednym z przykładów może być tu sieć typu Arcnet, gdzie przesyłany jest stale blok danych (ang. *token*) pomiędzy kolejnymi uczestnikami. Użytkownik, który chce nadawać, oczekuje na przekazanie bloku. Jeśli bajty sterujące umieszczone w bloku sygnalizują, że jest on wolny, ustawia je na wartości „zajęty”, dopisuje identyfikator adresata danych oraz wpisuje dane do transmisji i przekazuje blok dalej. Adresat po otrzymaniu informacji przestawia bity sterujące. Obie powyższe metody są metodami o kontrolowanym dostępie do sieci. Procedury sterujące komunikacją uniemożliwiają powstanie takiej sytuacji, w której kilka stacji jednocześnie próbowałoby nadać informację równocześnie. Oczywiście zaletą takiego systemu jest szybkość transmisji, ale istnieje konieczność stosowania krótkich bloków danych i odpowiedniej topologii. Większość sieci lokalnych wykorzystuje topologię typu magistrala, gdzie stosowana jest metoda niekontrolowanego (losowego) dostępu do sieci. Bardzo często stosuje się, szczególnie w sieciach komputerowych, metodę testowania nośnika i wspólnego dostępu do sieci z wykrywaniem kolizji CSMA/CD (ang. *Carrier Sense Multiple Access with Collision Detected*).

Taki sposób transmisji dopuszcza do występowania kolizji (więcej niż jeden uczestnik próbuje nadawać), lecz chroni przed jej skutkami. Użytkownik może bowiem nadawać dopiero po stwierdzeniu, że w sieci nie jest prowadzona transmisja. Niemniej, kilku uczestników może rozpocząć nadawanie równocześnie. Dlatego każdy z nich sprawdza w trakcie nadawania, czy nie nadaje ktoś inny. Jeśli zaistnieje taka sytuacja, wszyscy nadawcy przerywają transmisję i każdy z nich po losowo dobranym czasie ponownie rozpoczyna transmisję przez sprawdzenie najpierw, czy łącze jest wolne. Metodę CSMA/CD stosuje m.in. sieć typu Ethernet.

Inną metodą losowego dostępu do sieci jest metoda testowania nośnika i wspólnego dostępu do sieci z unikaniem kolizji CSMA/CA (ang. *Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance*). Metoda ta różni się od poprzedniej tym, że uczestnicy transmisji mają przydzielone priorytety i w momencie gdy proces nadawania rozpoczyna dwaj uczestnicy, ten z niższym priorytetem wstrzymuje się i kontynuuje po zwolnieniu sieci. Oczywiście może zdarzyć się taka sytuacja, że obaj uczestnicy posiadają taki sam priorytet. Wtedy użytkownik z niższym adresem fizycznym zwalnia magistralę dla użytkownika z wyższym adresem. Metoda ta jest często stosowana m.in. w magistrali instalacyjnej EIB.

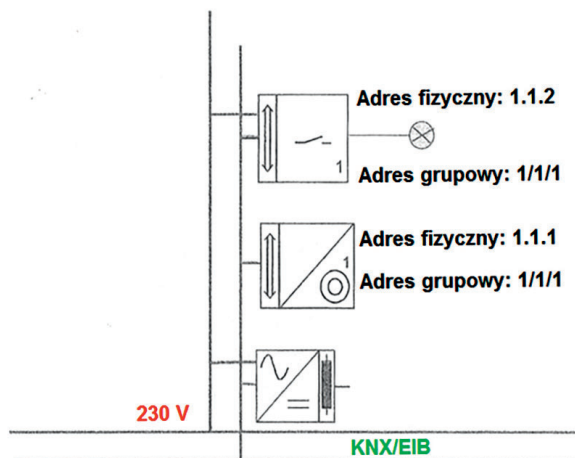
7. Aspekty ogólne KNX/EIB (*European Installation Bus*)

Najmniejsza instalacja TP EIB składa się z następujących elementów (rys. 7.1):

- zasilacz (24 V DC),
- cewka (może być zintegrowana z zasilaczem),
- sensory (rysunek przedstawia pojedynczy sensor załączający),
- urządzenia wykonawcze (rysunek przedstawia pojedyncze urządzenie załączające),
- kabel magistralny (wymagane są tylko dwie żyły przewodu).

Urządzenia standardu instabus EIB komunikują się poprzez biegnący wokół budynku przewód magistralny. W związku z tym o użyciu systemu instabus EIB należy myśleć już na etapie budowy.

Każdemu urządzeniu magistralnemu przypisany jest jego program aplikacyjny (aplikacja) proponowany przez producenta. Bez programu aplikacyjnego urządzenie nie będzie funkcjonowało. Aplikacja ściśle określa liczbę oraz rodzaj zadań, które może realizować dane urządzenie.



Rys. 7.1. Komponenty najmniejszej instalacji KNX/EIB

Źródło: Materiały informacyjne z tematyki produktów KNX, KNX Polska, 2021.

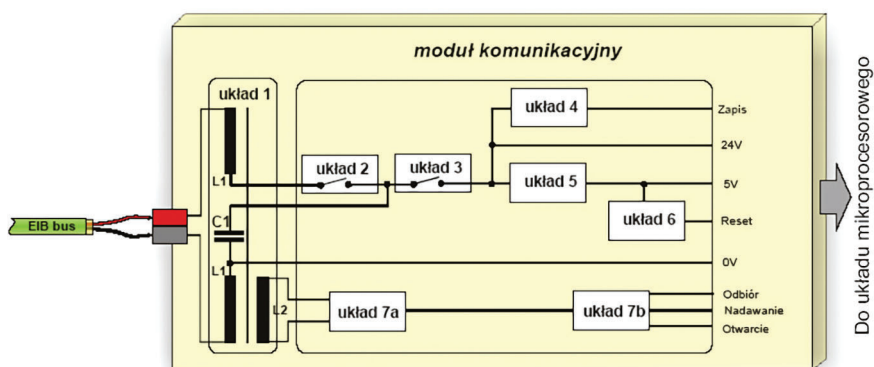
Dla każdego zadania przypisane są w pamięci urządzenia tzw. obiekty komunikacyjne (OK). Wybierając funkcję, jaką ma pełnić dane urządzenie lub jego element (np. dany klawisz przycisku wieloklawiszowego), automatycznie wybierane są obiekty komunikacyjne przypisane do danej funkcji, a następnie obiekty te są programowane zgodnie z ustawionymi parametrami (tabela 7.1).

Tabela 7.1. Przykładowy opis obiektów komunikacyjnych elementów linii

Nr OK	Opis czynności	Realizowana funkcja sterowania	Rozmiar OK	Urządzenie
0	Klawisz 1 – naciśnięcie z lewej strony	załęcz oświetlenie	1 bit	Przycisk 4-klawiszowy wielofunkcyjny (sensor)
1	Klawisz 2 – krótkie naciśnięcie	zał/wył oświetlenie	1 bit	
2	Klawisz 3 – krótkie naciśnięcie	załuzje góra/dół	1 bit	
4	Klawisz 1 – naciśnięcie z prawej strony	wyłącz oświetlenie	1 bit	
6	Klawisz 2 – długie naciśnięcie	ściemnianie	4 bit	
9	Klawisz 3 – długie naciśnięcie	załuzje obrót lamelek	1 bit	
12	Klawisz 4 – długie naciśnięcie lewa/prawa	Regulacja zaworu grzejnika	1 bajt	
0	zał/wył oświetlenie		1 bit	Aktor załączająco-ściemniający
1	ściemnianie		4 bit	

Obiekty komunikacyjne EIB są umieszczane w pamięci urządzeń magistralnych [45]. Rozmiar tych obiektów może wynosić od 1 bita do 14 bajtów, zależy od ich funkcji. Do włączania i wyłączenia wystarcza tylko obiekt jednobitowy, ponieważ do tych funkcji potrzebne są tylko dwie wartości bitowe (0 i 1). Do przenoszenia tekstu wykorzystuje się obiekty o maksymalnym rozmiarze 14 bajtów.

W obrębie jednej grupy adresowej mogą znaleźć się tylko obiekty o identycznym rozmiarze. Jednemu obiektowi komunikacyjnemu można przypisać kilka grup adresowych, ale pomimo tego zostaje wysłany tylko jeden adres.



Rys. 7.2. Schemat blokowy modułu komunikacyjnego

Źródło: Materiały informacyjne z tematyki produktów KNX, KNX Polska, 2021.

Moduł komunikacyjny składa się z następujących elementów:

- moduł transmisyjny (układ 1) składa się z transformatora i szeregowo włączonego kondensatora do uzwojenia strony pierwotnej,
- transformator pełni rolę filtra oddzielającego napięcie zmienne od stałego, czyli informację od zasilania,
- reaktancja indukcyjna transformatora jest równa zero,
- reaktancja pojemnościowa kondensatora jest zaś nieskończenie duża, a kondensator traktowany jest jako przerwa,
- układy 2 i 3 wyłączają układ przy zbyt wysokiej temperaturze,
- układ 4 zapisuje wszystkie dane w przypadku spadku napięcia zasilającego poniżej dopuszczalnej wartości,
- układ 5 obniża napięcie zasilające z 24 V do 5 V dla układu mikroprocesorowego,
- układ 6 wyłącza urządzenie w przypadku, gdy zostanie przekroczone minimalne napięcie robocze, które wynosi 4,5 V,
- układ 7 kieruje nadawaniem i odbiorem informacji (rys. 7.2).

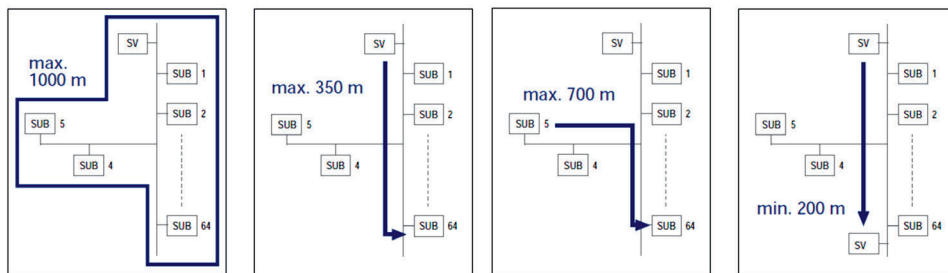
W zasilaczach wykorzystywana jest również własność zespolonej z zasilaczem cewki, która ma małą impedancję przy napięciu stałym i dużą impedancję przy napięciu przemiennym, co powoduje separację napięcia zasilającego od telegramów – pakiet danych przesyłanych z urządzenia do urządzenia magistralnego w systemie KNX/EIB.

Kiedy kondensator ma niską impedancję przy napięciu zmiennym, działa jak zwarcie i zamyka obwód uzwojenia pierwotnego.

Transformator, gdy działa jako nadajnik, wysyła dane do uzwojenia pierwotnego. Jest ono nakładane na napięcie stałe DC.

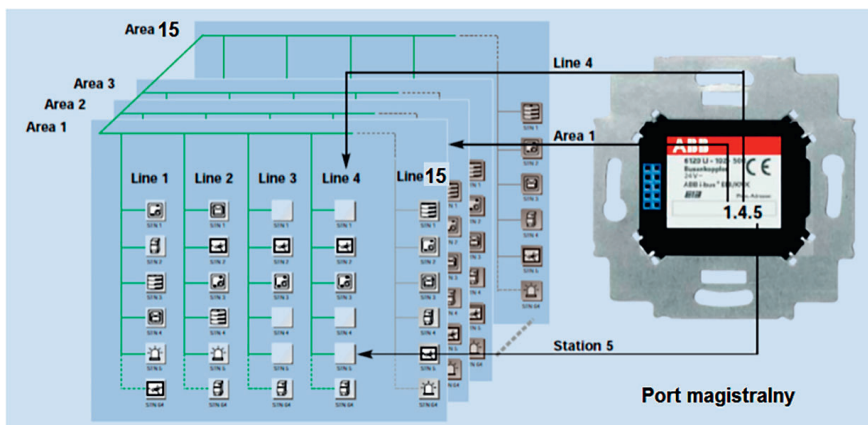
Transformator, gdy działa jako odbiornik, wysyła dane do uzwojenia wtórnego, w którym jest odseparowane od napięcia stałego DC.

Projektując instalację, należy pamiętać o zachowaniu dopuszczalnych długości magistrali. Dotyczy to odległości między urządzeniami magistralnymi, między urządzeniami magistralnymi a zasilaczem oraz między zasilaczami w jednej linii (rys. 7.3).



Rys. 7.3. Dopuszczalne odległości w instalacji KNX/EIB

Źródło: Materiały informacyjne z tematyki produktów KNX, KNX Polska, 2021.



Rys. 7.4. Związek adresu fizycznego w instalacji KNX/EIB z topologią

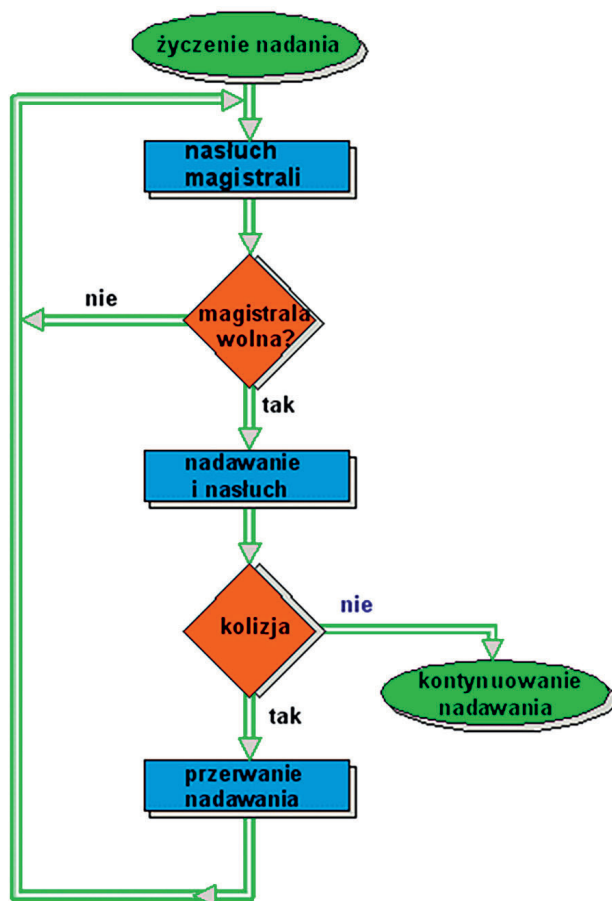
Źródło: Materiały informacyjne z tematyki produktów KNX, KNX Polska, 2021.

Na rysunku 7.4 został przedstawiony związek adresu fizycznego urządzenia magistralnego z topologią. Przesyłanie telegramów odbywa się na zasadzie kodowania binarnego (rys. 7.5). Stany logiczne określone są na podstawie przepływu prądu (logiczne 0) bądź braku przepływu (logiczne 1). Kiedy kilka urządzeń magistralnych transmituje jednocześnie, są one regulowane przez procedurę CSMA/CA (Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance).

W czasie nasłuchu magistrali, podczas transmisji, urządzenie ze stanem logicznym „1” ustępuje pierwszeństwa urządzeniu z wyższym priorytetem „0”. Po zakończeniu przez nie transmisji rozpoczyna transmisję swoich danych.

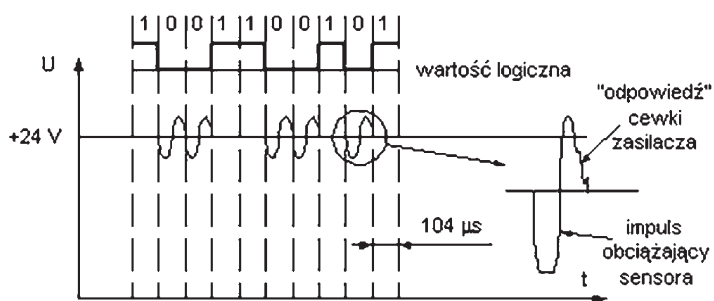
Kiedy magistrala jest niezajęta, urządzenie magistralne zawierające dane do wysłania może rozpocząć transmisję. Dzięki procedurze CSMA/CA w danym momencie tylko jedno urządzenie zajmuje magistralę.

Cewka współpracuje z elementami magistralnymi w generowaniu informacji, czyli telegramu, co zilustrowano na rysunku [45]. Pojedynczy impuls generowany jest w ten sposób, że sensor na chwilę przeciąża, czy wręcz zwiera przewody magistralne, powodując obniżenie napięcia, po czym energia zgromadzona w cewce, wskutek przepływu zwiększonego prądu podczas przeciążenia zasilacza, powoduje krótkotrwały „podskok” napięcia. W ten sposób generowany jest pojedynczy impuls o wartości logicznej „0”. Brak impulsu to stan logiczny „1”. Czas trwania pojedynczego impulsu wynosi 104 ms, co determinuje szybkość transmisji (transmisja szeregowa asynchroniczna) równą 9600 bitów/s. Zestaw takich impulsów tworzy podstawowy pakiet informacji zwany telegramem (rys. 7.6).



Rys. 7.5. Transmisja telegramu

Źródło: Materiały informacyjne z tematyki produktów KNX, KNX Polska, 2021.



Rys. 7.6. Ilustracja zasady generacji impulsów w transmisji TP w systemie KNX/EIB

Źródło: Materiały informacyjne z tematyki produktów KNX, KNX Polska, 2021.

8. Opracowanie dokumentacji projektowej

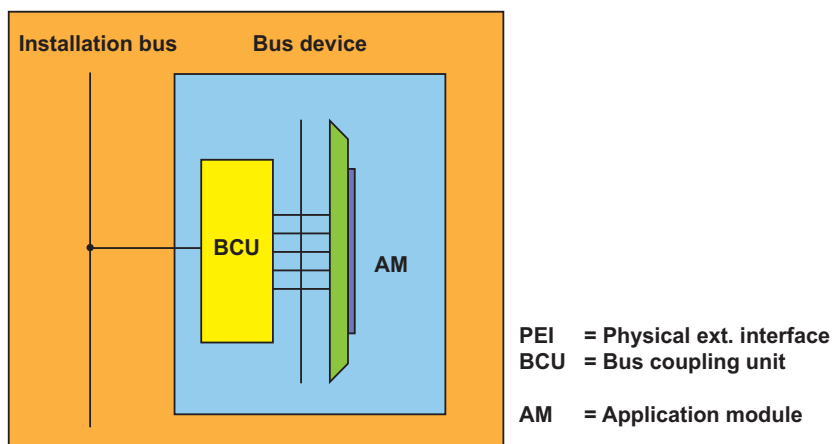
Podstawowe metody działania

Dla prawidłowego funkcjonowania linii, a następnie całej magistrali niezbędne są tzw. elementy systemowe, do których zalicza się:

- zasilacz służący do zasilenia magistrali napięciem ± 24 V; ważnym elementem zasilacza jest dławik, nazywany najczęściej cewką, która znajduje się w wejściu zasilacza,
- sprzęgło służące do połączenia danej linii z linią wyższą w hierarchii magistrali,
- łącze szeregowo służące do połączenia komputera z magistralą w czasie wgrывania oprogramowania magistrali bądź w czasie wykonywania czynności serwisowych,
- porty magistralne służące do komunikacji sensorów i aktorów z magistralą.

Urządzenia standardu KNX/EIB komunikują się poprzez biegnący wokół budynku przewód magistralny. W związku z tym o użyciu systemu KNX/EIB należy myśleć już na etapie budowy (rys. 8.1).

Urządzenie magistralne – budowa

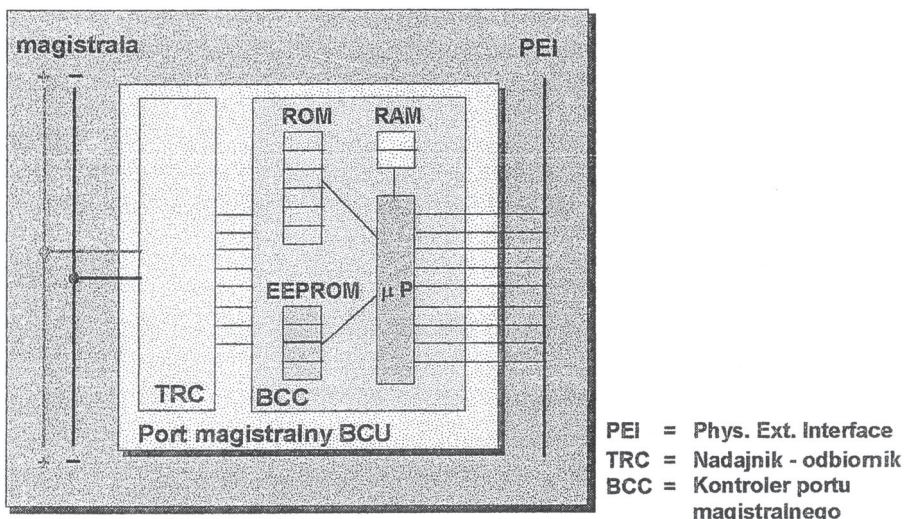


Rys. 8.1. Budowa urządzenia magistralnego: port magistralny (BCU) – może występować osobno; element końcowy (AM) – może występować osobno; program aplikacyjny (AP); łącze adaptacyjne (PEI) – 10 lub 12 pinowe

Źródło: Materiały informacyjne z tematyki produktów KNX, KNX Polska, 2021.

Gdy port magistralny występuje oddzielnie od elementu końcowego, urządzenie magistralne może być zamontowane: bezpośrednio przy/w urządzeniu, naścienne, montowane na szynę montażową DIN. BCU jest integralną częścią urządzenia magistralnego, wbudowany w urządzenie magistralne poprzez BIM (*Bus Interface*

Module) lub EIB Chipset od tego samego producenta, co urządzenie magistralne. EIB Chipset zawiera podstawowe elementy BIM: kontroler i transceiver (nadajnik-odbiornik) (rys. 8.2).



Rys. 8.2. Port magistralny – charakterystyka

Źródło: Materiały informacyjne z tematyki produktów KNX, KNX Polska, 2021.

Mikroprocesor mP operuje na typach pamięci: ROM – niekasowalna pamięć zawierająca oprogramowanie systemowe, RAM – pamięć zmienna, zawierająca podczas pracy urządzenia magistralnego chwilowe wartości zmiennych stanu i aplikacji, EEPROM – pamięć elektrycznie zapisywalna i elektrycznie kasowana zawierająca program aplikacyjny, adresy fizyczne i grupowe lub parametry i jest zapisywane poprzez ETS [60]. Program jest wgrywany do portu magistralnego.

Funkcje adresów

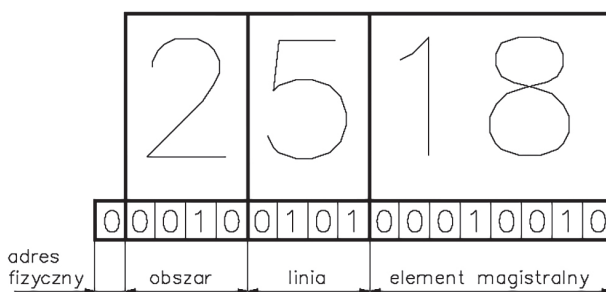
Adres fizyczny – określa miejsce konkretnego elementu w strukturze systemu [58]. Jest to inny dla każdego elementu systemu kod w formie O.L.E. (O – numer obszaru, L – numer linii, E – numer elementu). Adres taki umożliwia dokładne zlokalizowanie urządzenia przez system, ponieważ jest niczym numer rejestracyjny pojazdu – niepowtarzalny i inny dla każdego z urządzeń.

Adres fizyczny musi być indywidualny w obrębie instalacji KNX/EIB. Ma następujący format:

- obszar (4 bity),
- linia (4 bity),
- urządzenie magistralne (8 bitów).

Urządzenie jest przygotowane do przyjęcia swojego adresu fizycznego przez naciśnięcie przycisku programowania na urządzeniu magistralnym. Potwierdza to zapalenie się diody programowania.

Po etapie uruchamiania wykorzystywany jest w celu diagnozowania, poprawiania błędów, modyfikowania instalacji poprzez ponowne programowanie oraz adresowania obiektów interfejsu EIB z zastosowaniem narzędzi uruchamiających lub innych urządzeń. Adres fizyczny nie ma znaczenia podczas normalnej pracy instalacji KNX/EIB (rys. 8.3).



Rys. 8.3. Adres fizyczny w systemie KNX/EIB

Źródło: Materiały informacyjne z tematyki produktów KNX, KNX Polska, 2021.

Adres grupowy – przyporządkowuje dany element do funkcji, jakie powinien spełniać i zarezerwuje go do grupy urządzeń, z którymi powinien współpracować [58]. Adres grupowy (jest kodem w formacie G/Ś/P (G – grupa główna, Ś – grupa pośrednia, P – podgrupa):

- pierwsza liczba określa zwykle część budynku, G (od 0 do 15),
- druga oznacza rodzaj instalacji, Ś (od 0 do 7),
- trzecia – konkretne urządzenie lub grupę urządzeń, P (od 0 do 255).

Różne urządzenia mogą posiadać takie same adresy grupowe, np. przycisk do sterowania żaluzjami posiadać będzie ten sam adres grupowy co sterownik tych żaluzji. Istotne jest także to, iż dany element może posiadać kilka adresów grupowych, aby możliwe było jego sterowanie z kilku urządzeń (przynależność do kilku grup). Przykładem może być lampa sterowana przyciskiem, czujnikiem natężenia oświetlenia oraz pilotem. Oba adresy pomimo podobnej notacji są właściwie interpretowane przez program narzędziowy.

W instalacji KNX/EIB komunikacja między urządzeniami odbywa się za pomocą adresów grupowych. Można je podzielić na adresy:

- 2-poziomowe (grupa główna/podgrupa),
- 3-poziomowe (grupa główna/grupa średnia/podgrupa).

Liczbę poziomów ustawia się w „Opcjach” programu ETS.

Adres grupowy 0/0/0 jest zarezerwowany dla wiadomości transmisyjnych – telegramów do wszystkich dostępnych urządzeń magistralnych instalacji KNX/EIB.

Projektant może zdecydować, w jaki sposób interpretować przyjętą strukturę grup adresowych i jej poziomy, np.:

- grupa główna – obszar funkcji (oświetlenie, ogrzewanie, itp.),
- grupa pośrednia – funkcje w obrębie danego obszaru (załączanie, rozjaśnianie, itp.),
- podgrupa – elementarne połączenie (oświetlenie w kuchni, okno w sypialni, itp.).

Wybrany model adresów grupowych powinien pozostać taki sam dla wszystkich projektów.

Liczba adresów grupowych zawartych w sensorze lub urządzeniu wykonawczym zależy od rozmiaru pamięci (rys. 8.4).

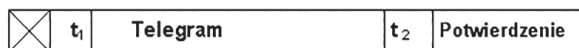


Rys. 8.4. Adres grupowy w systemie KNX/EIB

Źródło: Materiały informacyjne z tematyki produktów KNX, KNX Polska, 2021.

Przesyłanie telegramów odbywa się na zasadzie kodowania binarnego. Stany logiczne określone są na podstawie przepływu prądu (logiczne 0) bądź braku przepływu (logiczne 1) [58].

Telegram zostaje wysyłany na magistralę, jeżeli miało miejsce jakiegoś zdarzenie, np. przyciśnięty został przycisk. Nadawanie zaczyna się po odczekaniu czasu t_1 . Po zakończeniu transmisji w czasie t_2 urządzenia magistralne sprawdzają jej poprawność. Wszystkie urządzenia otrzymujące dany telegram równocześnie potwierdzają jego odbiór. Telegramy składają się z trzech podstawowych części: nagłówka, rdzenia, oraz części kontrolnej (rys. 8.5).



Rys. 8.5. Budowa telegramu i czasowe zależności przy jego przesyłaniu

Źródło: Materiały informacyjne z tematyki produktów KNX, KNX Polska, 2021.

Rozdzielnice elektryczne

Na etapie projektowania należy przewidzieć liczbę i miejsca rozdzielnic elektrycznych w budynku [46]. Należy umiejscowić i zaplanować przynajmniej jedną rozdzielnicę na każdej kondygnacji budynku, w możliwie centralnym jej punkcie. Wielkość rozdzielnic zależy od udziału automatyki EIB. Piętrowe rozdzielnice mogą być podtynkowe, główna zależy od wielu czynników, np. jakiej będzie mocy i czy będzie wyposażona w SZR (samoczynne załączanie rezerwy). Jeżeli jest zaprojektowana jedna rozdzielnica, to wszystkie wypusty z piętra należy prowadzić do tej rozdzielnicy. Wszystkie rozdzielnice elektryczne należy połączyć ze sobą przewodem EIB.

Punkty oświetleniowe

Do każdego punktu oświetleniowego należy prowadzić bezpośrednio do rozdzielnicy (zalecany przewód YDY $4 \times 1,5$). W budynkach użytkowych, gdzie instalowane są oprawy oświetleniowe w sufitach podwieszanych, wystarczy prowadzenie jednego przewodu zasilającego 230 V wraz z przewodem EIB po kolei od lampy do lampy. Pozwala to znacznie ograniczyć potrzebną ilość przewodu zasilającego. Odpowiednie moduły EIB instalowane są wówczas bezpośrednio przy lampach.

Gniazda zasilające

Gniazda niesterowalne należy grupować np. po sześć i zasilac przewodem YDY $4 \times 2,5$. Najlepiej prowadzić przewód od gniazdka do gniazdka bez dodatkowych punktów łączeniowych. Do każdego gniazdka, którym chcemy sterować, należy doprowadzić oddzielny przewód z rozdzielnicy YDY $4 \times 2,5$.

Punkty sterujące (wyłączniki, panele LCD, komputer)

Wszystkie punkty sterujące, jak np. wyłączniki w ścianach, należy zasilić przewodem EIB. Prowadzi się przewód od rozdzielnicy poprzez wszystkie punkty na piętrze i wraca do tej samej rozdzielnicy. Przewód EIB można dowolnie rozgałęziać (najlepiej w punktach przeznaczonych na montaż urządzeń, aby nie instalować dodatkowych puszek łączeniowych).

Rozdzielnice grzewcze i grzejniki

Do rozdzielnic grzewczych należy doprowadzić niezależny przewód YDY $4 \times 1,5$ z najbliższej rozdzielnicy elektrycznej oraz przewód EIB z dowolnego punktu. Jeżeli nie ma wyodrębnionych rozdzielnic grzewczych, należy takie połączenia zastosować do każdego grzejnika.

Silniki elektryczne (rolety, żaluzje, karnisze, bramy)

Do każdego silnika elektrycznego należy doprowadzić niezależny przewód YDY $4 \times 1,5$ z najbliższej rozdzielnicy elektrycznej.

UWAGA: Na jednej linii EIB mogą znajdować się maksymalnie 64 elementy takie jak wyłączniki, czujniki, panele LCD. W praktyce lepiej przyjąć za maksymalną liczbę – około 50 elementów na linię, aby mieć w zapasie możliwość przyszłej rozbudowy.

Powyższe zalecenia są wystarczające do wykonania poprawnej instalacji w niewielkich budynkach.

9. Instalacja EIB Powerline

W systemie EIB Powerline do transmisji telegramów między urządzeniami jest wykorzystywana sieć 230 V. EIB-PL logicznie jest kompatybilne z EIB-TP. Ze względu na ciągły postęp dokonujący się w zakresie miniaturyzacji elektroniki, możliwe było zastosowanie nowego procesu transmisji w EIB Powerline, **Spread Frequency Shift Keying (SFSK)**.

Instalacja ta funkcjonuje w następujący sposób:

- jeśli jest transmitowane „0” logiczne, nadajnik wytwarza częstotliwość 105,6 kHz, która jest dodawana do napięcia zasilającego,
- jeśli jest transmitowana „1” logiczna, używana jest częstotliwość 115,2 kHz,
- dla zapewnienia bezpieczeństwa transmisji największa możliwa szybkość transmisji wynosi 1200 bit/s, co odpowiada czasowi trwania bitu 833 ms,
- wszystkie porty magistralne są cały czas w stanie odbioru, odebrany sygnał (również zakłócenie) jest zamieniany na wartość cyfrową,
- wartość cyfrowa jest następnie ładowana do dwóch korelatorów (komparatorów prawdopodobieństwa), które porównują otrzymaną wartość cyfrową z cyfrową częstotliwością wzorca przechowywaną w pamięci,
- w każdym porcie występują dwa korelatory: jeden dla informacji bitowej „0”, drugi dla informacji bitowej „1”,
- korelatory mogą różnicować przez obliczanie prawdopodobieństwa, możliwe stany:
 - „0”,
 - „1”,
 - stan nie zdefiniowany (szum); bit zostaje odrzucony.

Kombinacja wzorów bitów, jak również specjalizowane metody detekcji błędów pozwalają zagwarantować wysoki poziom rozpoznawalności telegramu.

Ponadto w procesie transmisji stosuje się innowację techniczną, która polega na ciągłym i automatycznym przystosowywaniu siły nadawania i wrażliwości odbioru. Ten proces pozwala na ciągłe dostosowywanie siły transmisji do charakterystyki sieci, tym samym relacja do maksymalnego poziomu transmisji nigdy nie jest przekroczona. Wszystkie odbiorniki w podobny sposób dostosowują swoją wrażliwość, odnosząc ją do charakterystyki sieci zasilającej. Powoduje to osiągnięcie optymalnego zakresu transmisji nawet podczas ciągłych zmian warunków w sieci zasilającej.

W EIB Powerline konieczna jest procedura dostępu do magistrali dla ochrony przed kolizjami. Z powodu wysokiego poziomu zakłóceń tła w systemie zasilającym 230/400 V, dostęp do magistrali nie może odnosić się do poziomu aktualnego napięcia. W sieciach elektroenergetycznych mogą występować wahania napięcia, szczególnie w zaniedbanych obszarach wiejskich.

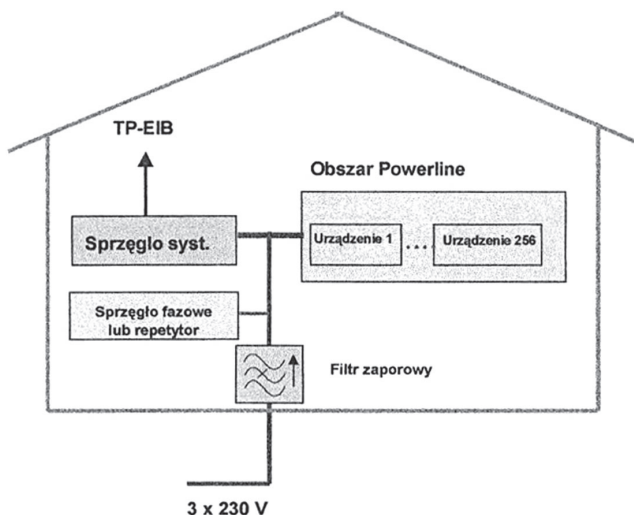
Problem kolizji został rozwiązany poprzez użycie specjalnych „okienek czasowych”, tzn. każdy port magistralny może nadawać tylko w określonym czasie. Jeżeli

kilka portów magistralnych usiłuje zacząć równocześnie transmisję to mogą wystąpić dwie sytuacje:

- porty magistralne wykrywają kolizję i określą w sposób losowy kolejność transmisji,
- porty magistralne nie wykrywają kolizji i telegram zostaje utracony.

Aby zapewnić transmisję danych we wszystkich trzech fazach, należy wybrać jedną z dwóch następujących możliwości konfiguracyjnych:

- W małych instalacjach wystarczające do transmisji we wszystkich 3 fazach jest pasywne sprzężenie urządzeń podłączonych do więcej niż jednej fazy. Wykorzystuje się w tym celu sprzęgła fazowe. Obszary zawierające sygnały PL muszą być oddzielone od głównego zasilania przez filtry zaporowe. Sprzęgło systemowe (Media coupler) tworzy interfejs do EIB TP w instalacjach łączonych. Wszystkie urządzenia PL mogą wymieniać wzajemnie informacje poprzez 3 fazy zasilające instalacji elektrycznej 230 V, tak długo jak sprzęgło fazowe lub repetytor jest zainstalowany (rys. 9.1).

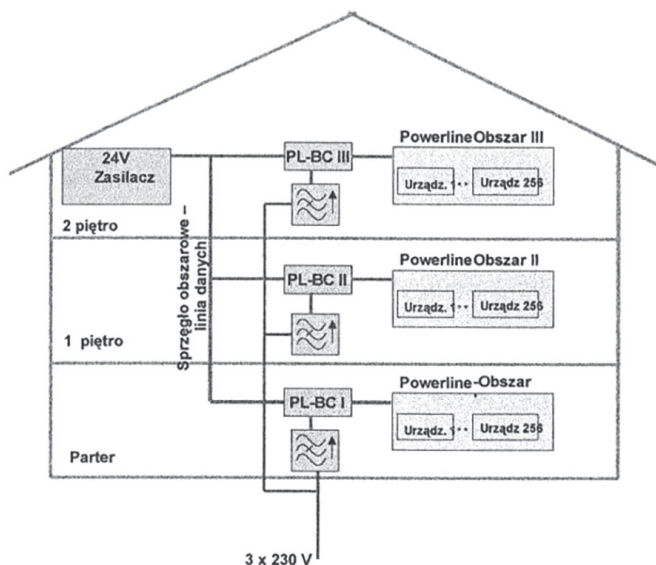


Rys. 9.1. Mała instalacja: 8 obszarów, 16 linii, 256 urządzeń w obszarze

Źródło: Materiały informacyjne z tematyki produktów KNX, KNX Polska, 2021.

- W większych instalacjach fizyczna separacja poszczególnych obszarów jest dokonywana przez filtry zaporowe. Dane mogą być przekazywane z jednego obszaru do drugiego poprzez wydzielony przewód transmisyjny prowadzony pomiędzy różnymi sprzęgłami obszarowymi.

Fizyczna separacja i tabela filtrów sprzęgła obszarowego pozwala na selektywną transmisję telegramów do sąsiednich obszarów. Redukuje to obciążenie magistrali w całym systemie (rys. 9.2).



Rys. 9.2. Większa instalacja: 8 obszarów, 256 urządzeń w obszarze. Obszary są fizycznie odseparowane za pomocą filtrów zaporowych

Źródło: Materiały informacyjne z tematyki produktów KNX, KNX Polska, 2021.

W większych instalacjach rekomenduje się integrację faz z repetytorem. Repetytor to urządzenie elektroniczne, które ma 4 zaciski (3 fazowe i 1 neutralny) i łączy sygnały zapewniając najwyższy możliwy poziom transmisji w każdej fazie. W tej samej instalacji nie mogą być równocześnie instalowane sprzęgła fazowe i repetytory.

Transmisja telegramu

W porównaniu z telegramem w technologii EIB-TP, technologia EIB Powerline wymaga dodatkowych informacji podczas transmisji danych:

- szkolenie sekwencji: automatyczny odbiór dostrajający się do odbiorników, z wyjątkiem tych, które transmitują. Odbiorniki dopasowują swój sposób odbioru do warunków sieci zasilającej;
- pole nagłówka telegramu: ma dwie funkcje – znakuje początek transmisji i steruje dostępem do magistrali,
- telegram transmitowany jest po nagłówku, do każdego transmitowanego bajtu dodawane są cztery dodatkowe bity korekcji błędów. Przy ich pomocy można skorygować błędy jednobitowe i wykryć błędy wielobitowe;

- system ID: każdy telegram kończy się polem zawierającym numer identyfikujący system (system ID). Składa się on z 8 bitów (z dodatkowymi 4 bitami korekcji błędów) i może być ustawione przez projektanta w zakresie pomiędzy 1 a 254. System ID stanowi identyfikator, po którym urządzenia rozpoznają telegram. Celem System ID jest ochrona przed wzajemnym oddziaływaniem na siebie różnych instalacji EIB Powerline, które są umieszczone względem siebie w bliskim sąsiedztwie. Z tego powodu do każdej instalacji Powerline powinien być przypisany odrębny System ID. Ponieważ jest on nadawany z telegramem, każdy odbiornik może ustalić, czy dany telegram należy do tej instalacji i może odpowiednio na niego zareagować;
- telegram odpowiadający: jest tworzony w rezultacie odbioru telegramu i musi dotrzeć do nadawcy w ustalonym czasie. Nadawany jest jeden z dwóch możliwych telegramów odpowiadających: ACK – po poprawnej transmisji i NACK po niepoprawnej transmisji (wysyłany tylko przez repetytor). Jeżeli telegram potwierdzający nie jest wysłany, to wtedy jest powtarzany. Telegram potwierdzający jest wysyłany przez jedno urządzenie wykonawcze w danej grupie. Z tego powodu w fazie projektowania, jeden obiekt komunikacyjny w danej grupie musi być skonfigurowany jako group speaker. W instalacji z repetytorem, po niepoprawnej transmisji, wysyła on ponownie telegram. Repetytor musi być instalowany w centralnym punkcie instalacji (w skrzynce rozdzielczej). Dozwolony jest tylko jeden repetytor w instalacji.

10. Rola standardów zintegrowanych systemów automatyki budynków w uzyskiwaniu energooszczędności budynków

Telemetria to dziedzina telekomunikacji zajmująca się technikami przesyłu wartości pomiarowych na odległość [59]. Polega ona zazwyczaj na umieszczeniu w oddalonych punktach urządzeń, które dokonują pomiaru wybranej wielkości oraz automatycznej transmisji danych drogą przewodową lub bezprzewodową do systemu centralnego. Telemetria w obecnych czasach jest jedną z dziedzin techniki, której wykorzystanie jest jednym z zasadniczych i bazowych elementów innych dziedzin techniki, a co za tym idzie życia. Zastosowanie transmisji danych drogą bezprzewodową staje się obecnie, coraz bardziej powszechne i wybierane, a także wypiera tradycyjne sposoby przewodowe. Wiąże się na to kilka składników. Przede wszystkim jest to rezygnacja z potrzeby wyjeżdżania do obiektów w celu nadzoru, przeprowadzenia pomiaru, a także sprawdzenia diagnostyki urządzeń. Dodatkowym atutem jest także redukcja kosztów wynikając z wyżej wymienionych wyjazdów, a także zwiększona oszczędność poprzez eliminację systemów przewodowych. Kolejną istotną zaletą stosowania takich układów jest szybki dostęp do informacji. Dzięki ciągłemu nadzorowi on-line możliwy jest wgląd do każdego dowolnie oddalonego obiektu w celu np. czytania pomiarów. Urządzenia także są w stanie wręcz natychmiastowo informować odbiorców o istotnych zmianach, zdarzeniach i alarmach, przez co można zapobiegać awariom i usterkom manualnie lub automatycznie z odpowiednio zaprogramowanym modulem, co się wiąże ze zwiększeniem bezpieczeństwa urządzeń, instalacji i systemów.

Dzięki tym zaletom systemy telemetryczne są coraz częściej wybieraną opcją w systemach rozproszonych w energetyce (zliczanie pomiarów liczników), systemach wodociągowo-kanalizacyjnych, takich jak przepompownie, ujęcia wody, studnie, stacje uzdatniania wody czy oczyszczalnie ścieków (nadzór nad jakością wody, ilość przekazanej lub pobranej wody i emisji, imisji ścieków). Wykorzystuje się je także w stacjach meteorologicznych, czy też w budownictwie jedno- i wielorodzinnym dla zapewnienia bezpieczeństwa i zminimalizowania czasu reakcji.

Należy także wspomnieć o modułach lokalizacyjnych. Służą nie tylko, jakby się wydawało, do namierzania dróg samochodów w przypadku kradzieży, czy też do kontrolowania floty transportowej i poprawienia ich logistyki. Wykorzystywane są dla celów poprawy ochrony środowiska. Informacje przekazywane z takich modułów pozwalają określić trasy wędrówek zwierząt oraz miejsca ich częstego przebywania. Takie informacje są bardzo przydatne przy planowaniu wszelkiego rodzaju inwestycji w terenie w celu zmniejszenia ilości kolizji i strat w stadzie, a w przypadku zwierząt powodujących straty gospodarcze, odpowiednie zaplanowanie zabezpieczeń.

Można zauważyć, że ten typ systemów i urządzeń jest co raz częściej stosowany ze względu na zalety i pomijalne wady. Występuje duży wachlarz wyboru, jeżeli chodzi o składniki całego systemu, przez co nasuwają się pytania o to, które rozwiązania będą najlepsze dla konkretnego systemu, jakie urządzenia wybrać stosując kryterium oszczędności finansów, czy też ekonomii rozwiązań lub niezawodności.

Opis sieci GSM i GPRS

W systemach telemetrii wykorzystane są różne techniki połączenia komunikacyjnego pozwalające na komunikację między dwoma uczestnikami (terminalami, systemami) wymieniającymi się informacjami [50]. Transmisja pozwala na komunikację jednostronną (simplex) lub dwustronną (duplex). Komunikacja odbywa się za pomocą m.in. sieci GSM i GPRS.

Sieć GSM (ang. *Global System for Mobile Communications*) została uruchomiona w Finlandii w 1991 r. przy częstotliwości 900 MHz, a po kilku latach także 1800 MHz [61]. Obecnie jest najczęściej wybieranym standardem. Oferuje usługi związane z transmisją głosu, wiadomości tekstowych i danych. Przesyłanie danych obecnie w sieci GSM jest możliwe z prędkością maksymalną 14,4 kb/s, a przy zajęciu czterech szczelin czasowych daje to łączną prędkość 57,6 kb/s. Tego typu rozwiązania miały jednak podstawową wadę: na czas połączenia przyznawane były całe kanały cyfrowe, użytkownik zajmował je nawet w momencie, gdy nie wysyłał ani nie odbierał danych, było to, więc rozwiązanie kosztowne. W dużej mierze przez tę wadę stosuje się sieć GPRS (ang. *General Packet Radio Service* – technika związana z pakietowym przesyłaniem danych w sieciach GSM), która jest zintegrowana z GSM i stanowi jej część. Zaletą jej jest, że użytkownik nie płaci za czas połączenia, a za ilość pobranych lub wysłanych pakietów. Łączność umożliwia utworzenie stałego połączenia na bazie protokołu. Połączenia stanowiące są poprzez wybrany APN (ang. *Access Point Name*), z którym terminal GPRS staje się użytkownikiem wewnętrznej sieci w chwili połączenia. Usługa GPRS zadebiutowała na rynku wiele lat temu, mimo to cały czas jest popularną metodą transmisji danych. Obecnie jest jednak sukcesywnie zastępowana przez generacje 3G, 4G i 5G, których zastosowanie zasługuje na odrębne opracowanie.

Elementami sieci GSM są:

- stacja bazowa – wykorzystywana jest w klasycznej sieci GSM do transmisji GPRS. Aktualizacja jej oprogramowania umożliwia obsługę nowych kanałów radiowych i nowego systemu kodowania;
- BSC (ang. *Base Station Controller*) – element sieci GSM kontrolujący od kilku do kilkudziesięciu stacji bazowych. Podczas uruchamiania usług GPRS, dokonywana jest konfiguracja samych kontrolerów i stacji bazowych, a także w BSC umieszczany jest specjalny sprzęt komputerowy Packet Control Unit (PCU), odpowiada on za obsługę ruchu pakietowego;

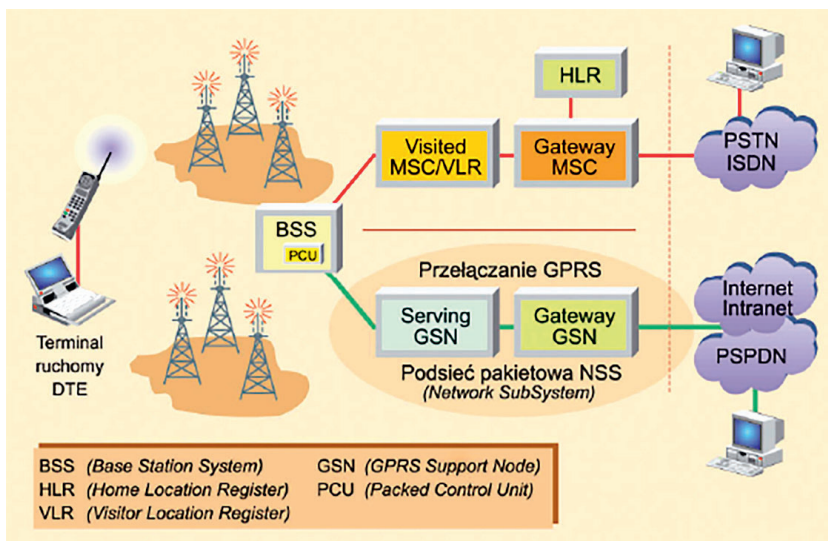
- MSC/VLR (ang. *Mobile Switching Centre / Visitor Location Register*) – są to centrale telefoniczne biorące udział w zestawieniu połączeń głosowych w GSM. Z każdą z nich związany jest VLR, który przechowuje informacje, m.in. położenie abonenta. Sieć GSM może być skonfigurowana tak, aby pomiędzy MSC GPRS był ustanowiony interfejs wykorzystywany do powiadamiania abonenta o nadchodzących rozmowach, w momencie gdy dokonuje transmisji pakietowej;
- HLR (ang. *Home Location Register*) – baza danych przechowująca informacje o abonentach mających subskrypcję w danej sieci. Część z nich związana jest z GPRS, IMSI, MSISDN, czy adres SGGN;
- SCP (ang. *Service Control Point*) – główny element platformy związany z sieciami inteligentnymi, może to być np. serwis, który zarządza naliczaniem opłat za korzystanie z transmisji GPRS.

Elementami sieci GPRS są (rys. 10.1):

- SGSN (*Serving GPRS Support Node*) – umożliwia Mobile Station dostęp do zasobów sieciowych oraz obsługę zestawień połączeń w GPRS i współpracę z GSM,
- GGSN (*Gateway GPRS Support Node*) – element działający jak router, łączący sieć GPRS z zewnętrzną siecią. Gdy użytkownik chce skorzystać z zewnętrznej sieci, GGSN przydziela mu IP, a także kontroluje obszar na którym się znajduje;
- CPU (*Packet Control Unit*) – jest odpowiedzialny za prawidłową obsługę ruchu pakietów w radiowej części sieci. Przydziela terminalom GPRS kanały radiowe, odpowiada za bufor danych wysłanych przez SGSN;
- System GPRS posiada podobną architekturę, co klasyczna sieć GSM. Łączy je taki sam sposób modulacji radiowej, pasma częstotliwości, a także zasada przekazywania częstotliwości. Po odpowiedniej adaptacji mogą być wykorzystywane również stacje bazowe BTS i sterowniki BSC. Nowym, istotnym elementem jest podsieć transmisji danych NSS składająca się z dwóch oddzielnych węzłów komutacji.

Pierwszy z nich to wspomagający usługi SGSN. Znajduje się on na takim samym poziomie jak MSC i jest odpowiedzialny za:

- procedury autoryzacji i szyfrowanie przekazów pakietowych,
- zarządzania zasobami dla przywołań oraz sesjami do stabilnego działania połączeń między stacją ruchomą a siecią pakietową,
- gromadzenia informacji o taryfikacji obciążenia,
- właściwe przełączanie pakietów danych z uwzględnieniem funkcji utajniania, kompresji i wzajemnych potwierdzeń.



Rys. 10.1. Dodatkowa obsługa danych GPRS

Źródło: ITpedia, 2012.

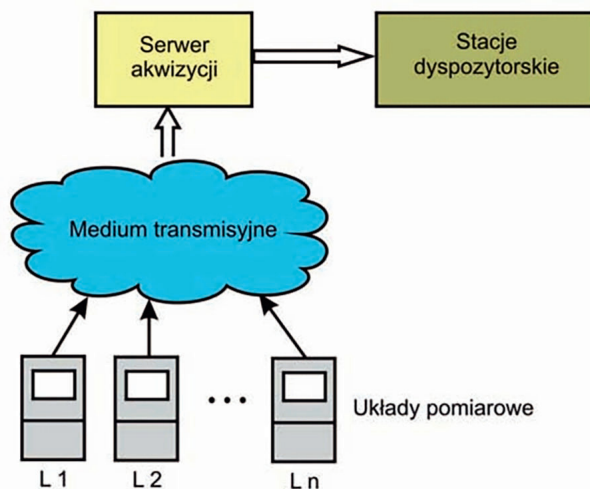
Drugim węzłem jest bramkujący usługi międzysieciowe GGSN (ang. *Gateway GPRS Support Node*) – węzeł obsługujący transmisję pakietową do systemu i poza system GSM lub UMTS. Współpracuje on z sieciami posiłkującymi się protokołem IP. Do jego głównych zadań należy odpowiednie formatowanie i kierowanie pakietów danych. Oprócz tego jego zakres poszerza się o alokację adresów, tworzenie firewalli i trasowanie domen przez różne sieci klasy IP. Dodatkowo, gdy funkcjonuje jako interfejs logiczny dla zewnętrznych sieci pakietowych, przetrzymuje informacje o doborze trasy dla pakietów kierowanych do sieci pakietowych, obsługiwanych przez stacje bazowe BTS.

Do transmisji pakietów używane są 4 schematy kodowania: CS-1, CS-2, CS-3, CS-4. Różnią się między sobą szybkością transmisji oraz warunkami użytkowania. I tak CS-1 posiada najwolniejszy transfer i najlepszą korekcję błędów, przez co może być stosowana wszędzie, gdzie jest zasięg GSM. Natomiast CS-4 ma najszybszy transfer, lecz jego stosowanie jest ograniczone do miejsc, gdzie siła i jakość sygnału jest najlepsza. Obecnie terminale GPRS posiadają wszystkie schematy, a ich używanie ogranicza się do metod, które są zaimplementowane w stacjach bazowych. Sama transmisja polega na przesyłaniu pakietów tylko w momencie pobierania lub wysyłania danych, przez co użytkownik nie zajmuje kanałów cały czas, a tylko podczas transmisji. Dodatkowo kanały są współdzielone podczas transmisji, a użytkownik wykorzystuje ich pasmo tylko podczas jej trwania.

Technologia GSM w metodach zdalnego odczytu liczników energii elektrycznej

Metody zdalnego odczytu

Każdy system zdalnego odczytu powinien umożliwiać współpracę z dowolnym licznikiem energii elektrycznej, niezależnie od producenta, i mieć możliwość rozszerzenia jego funkcjonalności o pomiar innych mediów, jak woda i gaz (rys. 10.2) [3]. System ma zapewniać selektywny, swobodny dostęp do danych, powinien być prosty w rozbudowie oraz łatwy i tani w utrzymaniu.



Rys. 10.2. Zdalny odczyt liczników [54]

Dla każdego systemu automatycznego pozyskiwania danych pomiarowych AMR (ang. *Automatic Meter Reading*) kluczowym problemem jest zastosowanie właściwej w danej sytuacji technologii transmisji danych (odpowiedniego medium transmisyjnego) [54]. Obecne możliwe są dwie grupy rozwiązań:

- przewodowe – transmisja danych z wykorzystaniem elektroenergetycznych sieci zasilających PLC/PLD (ang. *Power Line Communication / Programmable Logic Device*), łączy telefonicznych, dedykowanych łączy teletechnicznych (w tym Ethernet),
- bezprzewodowe – modemy radiowe, transmisja z wykorzystaniem standardu ZigBee, Bluetooth lub GSM.

Sieci PLC/PLD

Transmisja danych z wykorzystaniem linii zasilających w energię elektryczną (PLC) jest jedną z najbardziej obiecujących technologii. Liczniki energii elektrycznej

są podłączone do linii zasilających. Technologia ta daje duże możliwości, jeśli chodzi o dostęp do Internetu (bazy danych) w budynkach, w których brak jest odpowiedniej instalacji dla sieci komputerowej, ale jest instalacja elektryczna.

Rozwiązanie to polega na przesyłaniu równoległe z napięciem zasilającym 230 V o częstotliwości 50 Hz sygnału z danymi o wiele wyższej częstotliwości przy zachowaniu odpowiedniej odległości między obiema częstotliwościami, które nie powinny się wzajemnie zakłócać. Niestety, często transmisja jest źródłem silnego pola elektromagnetycznego i powoduje zakłócenia urządzeń zewnętrznych [8].

Dedykowane łącza teletechniczne i telefoniczne

Transmisja danych z wykorzystaniem łączy przewodowych ma wiele zalet. Technologia ta jest zaliczana do najbardziej niezawodnych. Budowanie własnej sieci łączy teletechnicznych nie znajduje zwykle uzasadnienia, a wykorzystywanie komercyjnych łączy telekomunikacyjnych wiąże się z dużymi kosztami za ich użytkowanie. Dane niezbędne do rozliczenia energii elektrycznej mogą być odczytane przez dostawcę lub odbiorcę energii za pośrednictwem modemu pracującego w sieci komutowanej (PSTN), jak również za pośrednictwem lokalnej sieci komputerowej.

Modemy radiowe, ZigBee

Obecnie coraz częściej rozwiązania kablowe stają się niewystarczające, bądź nie możliwe do zastosowania [3]. Odpowiedzią na zapotrzebowanie na alternatywne sposoby komunikacji jest komunikacja radiowa. Istnieje wiele rozwiązań wykorzystujących łatwo dostępne modemy radiowe, które konwertują dane z portów RS-232 lub RS-485 licznika na sygnał radiowy i odwrotnie.

Wadą rozwiązań bazujących na transmisji w pasmach otwartych jest względnie mały zasięg wynikający z ograniczeń prawnych i technicznych, wynoszący od kilkudziesięciu do kilkuset metrów w terenie zabudowanym. Niewątpliwą zaletą systemów transmisji danych drogą radiową jest stosunkowo duża swoboda w lokalizacji urządzeń transmisyjnych. Natomiast wadą – wrażliwość na warunki atmosferyczne i uzależnienie od ukształtowania terenu.

Szczególnym przykładem transmisji radiowej jest standard ZigBee, charakteryzujący się prostym protokołem, niskim poborem energii (co umożliwia ciągłą pracę na jednym zestawie baterii nawet przez kilka lat) oraz kompatybilnością produktów od różnych producentów w najbardziej popularnym paśmie 2,4 GHz.

Symulacja obecności domowników

Nowym i ciekawym rozwiązaniem zapewniającym bezpieczeństwo domu i mienia podczas nieobecności właścicieli jest symulacja obecności mieszkańców. Funkcja ta pozoruje obecność domowników poprzez np. zapalanie świateł, opuszczanie lub

podnoszenie rolet bądź załączanie muzyki. Pozwala to na zmniejszenie ryzyka włamania do domu.

Pierwszym sposobem symulacji obecności mieszkańców jest wykorzystanie specjalnego modułu z zainstalowaną aplikacją. Użytkownik programuje czas wykonywania operacji i ich rodzaj zlecając czujnikom i urządzeniom wykonawczym pobudzanie niektórych systemów wyposażenia domu. Możliwa liczba zaplanowanych funkcji jest bardzo duża, w każdej chwili możliwa jest również edycja. Odpowiednie zaplanowanie działań wykonywanych każdego dnia w skuteczny i realistyczny sposób symuluje obecność mieszkańców.

Drugim sposobem jest wykorzystanie paneli kontrolnych posiadających funkcję symulacji obecności mieszkańców. Pozwalają ona na nagrywanie czynności wykonywanych przez instalację przez określony czas np. tydzień lub miesiąc a podczas nieobecności odtwarzanie ich. System każdego kolejnego dnia wykonuje te funkcje, które były wybierane podczas rejestracji zdarzeń w odpowiednim dniu. Możliwości takich paneli są ograniczone, w zależności od wybranego urządzenia są w stanie zapamiętać maksymalnie 20 zdarzeń dziennie. Jeżeli liczba operacji jest większa nagrywanych jest tylko 20 ostatnich. Takie urządzenia nie wymagają od użytkownika konieczności planowania działań, ale w znaczny sposób ograniczają możliwości symulacji.

Symulacja obecności gwarantuje użytkownikowi wykonanie pewnych zadań. Po wciśnięciu jednego przycisku bądź zaprogramowaniu działań oświetlenie zostanie wyłączone, odpowiednie urządzenia odłączone od zasilania, temperatura w domu zostanie obniżona, rolety i żaluzję zostaną zasłonięte a system alarmowy zostanie uzbrojony. W przypadku instalacji klasycznej takie rozwiązanie nie jest możliwe do wykonania.

Aplikacja Times Groups

Aplikacja ta pozwala na proste skonfigurowanie harmonogramu pracy urządzeń w budynku. Jest to przykładowe rozwiązanie stosowane w programowaniu funkcjonalności urządzeń inteligentnych. Uruchomienie systemu KNX/EIB, a także jego konfiguracja, testowanie czy kontrola możliwe są jedynie przy wykorzystaniu specjalnego oprogramowania, jakim jest ETS (European Installation Bus Tool Software). Jest to oficjalny program rozprowadzany przez EIBA przeznaczony do pracy w środowisku Windows. ETS jest programem modułowym składającym się z kilku części współpracujących ze sobą. Taka budowa programu umożliwia zainstalowanie dodatkowych aplikacji takich jak PZM 1, którego obecność jest konieczna, aby można było uruchomić aplikację Times Groups.

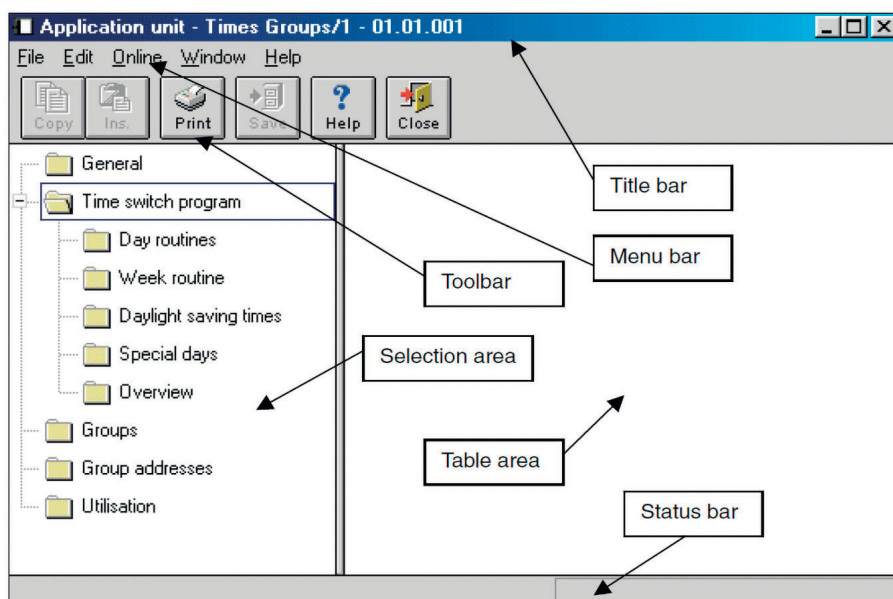
Moduł aplikacji Times Groups włączany jest za pomocą programu ETS poprzez przejście do parametryzacji modułu aplikacyjnego (AB/S 1.1).

Okno aplikacji Times Groups przedstawione na rys. 10.3 składa się z:

- paska tytułu (*title bar*) zawierającego nazwę programu aplikacyjnego, adres fizyczny oraz typ i nazwę urządzenia,
- paska menu (*menu bar*) składającego się z menu wyboru: plik, edycja, on-line, okno oraz pomoc,
- paska narzędzi (*toolbar*) zawierającego przyciski z najważniejszymi funkcjami takie jak: kopiuj, wstaw, drukuj, zapisz, pomoc i zamknij,
- obszaru wyboru (*selection area*) z folderami w postaci drzewa, spośród których można wybierać dowolne tabele, które mają być wyświetlone,
- obszaru użytkowego (*table area*), na którym wyświetlana jest wybrana tabela,
- paska stanu (*status bar*) mówiący o ilości dostępnych elementów do dalszej pracy.

Po uruchomieniu aplikacji Times Groups adresy grupowe, które będą wykorzystywane w symulacji, powinny zostać przeniesione z projektu ETS tak, aby były one dostępne do wyboru podczas parametryzacji.

Działanie aplikacji opiera się na wysyłaniu telegramów do grupy adresów w określonych odstępach czasowych tak, aby wykonywana była odpowiednia funkcja, jak na przykład zapalanie świateł w danym pokoju.



Rys. 10.3. Okno parametryzacji aplikacji Times Groups

Źródło: Materiały katalogowe z tematyki produktów i systemów niskich napięć firmy ABB, 2022.

Aplikacja umożliwia zaprogramowanie:

- rutynowego dnia (*Day routines*),
- rutynowego tygodnia (*Week routine*),
- 100 dni specjalnych (*Special days*),
- okresu letniego (*Daylight saving times*).

Umożliwia również przegląd zaprogramowanych działań w aplikacji.

Opcja rutynowego dnia pozwala na zaprogramowanie działań na jeden dzień w godzinach od 00:00 do 23:59. Włączanie rutynowego dnia może odbywać się w sposób zaplanowany za pomocą programu bądź za pomocą telegramu, np. przez naciśnięcie odpowiedniego przycisku. Pozwala to na swobodną zmianę zaplanowanych działań.

Lista dostępnych zaprogramowanych rutynowych dni dostępna jest po przejściu do folderu *Day routines* w obszarze wyboru i wyświetlona w obszarze użytkowym. Aplikacja umożliwia zarówno tworzenie nowych, jak i edytowanie istniejących dni.

Na rys. 10.4 przedstawione jest przykładowe okno z stworzonymi dniami.

DR No.	DR Name	GA No.	GA Name
01	Normal weekday		*empty*
02	Saturday		*empty*
03	Sunday		*empty*
04	School holidays		*empty*
05	Sport day	03/01/0000	Sport event
06	Training evening	03/01/0001	Training
**** new day routine ****			

Rys. 10.4. Programowanie rutynowego dnia

Źródło: Materiały katalogowe z tematyki produktów i systemów niskich napięć firmy ABB, 2022.

Taki sposób zaprogramowania działań jest najlepszym rozwiązaniem do wykonywania symulacji obecności w budynku inteligentnym.

11. System Tebis TS/TX

Tebis TX to system instalacyjny do elastycznego i komfortowego sterowania oświetleniem, żaluzjami, roletami i regulacją temperatury poszczególnych pomieszczeń [47]. System ten oferuje proste rozwiązania dla kompleksowych i złożonych wymogów instalacyjnych, które trudno jest zrealizować w układach konwencjonalnych. Główne różnice względem konwencjonalnej instalacji w typowym obiekcie budowlanym to:

- sposób prowadzenia instalacji – podłączane obwody oświetlenia, żaluzji, gniazd wtykowych itp. sprowadzane są do rozdzielnicy (tzw. układ gwiazdy),
- magistrała z napięciem bezpiecznym 29 V DC (SELV) na wszystkich łącznikach i urządzeniach sterujących. Magistrała KNX/EIB prowadzona jest przewodem – Y(ST) ($2 \times 2 \times 0,8$) w układzie liniowym otwartym lub gwiazdy.

Każdy projekt instalacji składa się z aparatów wejściowych i aparatów wyjściowych. Aparaty te połączone są ze sobą:

- przewodem sieci ($2 \times 2 \times 0,8$) zwanym także przewodem Twisted Pair (TP),
- częstotliwością fal radiowych „Funk radio Frequency RF” (zarezerwowana częstotliwość 868 MHz).

System ten realizować może następujące opcje:

1. instalacje Tebis TX obejmujące wyłącznie urządzenia systemu przewodowego (TP),
2. instalacje Funk KNX obejmujące wyłącznie urządzenia radiowe (RF),
3. instalacje mieszane, obejmujące zarówno urządzenia systemu przewodowego, jak i urządzenia radiowe (TP + RF).

System zasilania doprowadza do aparatów wejściowych/wyjściowych systemu przewodowego (TP) napięcie systemowe SELV 30 V DC. Urządzenia radiowe zasilane są bateriami lub z sieci 230 V. Aparaty wejściowe służą do rejestracji i transmisji rozkazów łączenia. Urządzenia wyjściowe wykonują poszczególne rozkazy, np. ściemniają oświetlenie, podnoszą lub opuszczają żaluzje itp. Mogą to być zarówno aparaty modułowe do zabudowy w rozdzielnicy, jak również aparaty decentralne do zabudowy w puszcze podtynkowej. Do obsługi mogą być użyte ogólnie dostępne przyciski lub wyłączniki.

Uruchomienie urządzeń instalacji typu Tebis TS/TX

Uruchomienie dokonywane jest za pomocą przenośnego programatora TX100B (radiowego) i centrali radiowej TR130 A/B. Dane wykorzystywane podczas rozruchu i dane projektu zapisywane są w pamięci zewnętrznej (przy użyciu programatora TX100B). Uruchomienie przy pomocy przenośnego programatora TX 100 może być dowolnie przeprowadzane dla poszczególnych pomieszczeń, funkcji lub urządzeń.

Zależnie od stawianych wymogów zastosowanie znajdują następujące urządzenia:

- urządzenia Tebis TX (wyłącznie urządzenia systemu przewodowego TP) – uruchomienie z programatorem TX100B i centralą radiową TR130 A/B, programa-

tor TX100B może być ponownie używany w innym projekcie, centrala radiowa może być także używana w innym projekcie, musi jednak zostać z powrotem zintegrowana podczas dokonywania zmian lub konserwacji. Zalecamy pozostawienie centrali radiowej TR130 A/B w instalacji danego projektu;

- urządzenia radiowe Tebis RF KNX – uruchomienie z użyciem programatora TX100B, dane projektu zapisywane są na pamięci zewnętrznej. Program wgrany z TX100B pozostaje w danym projekcie, a programator może zostać ponownie użyty w innym projekcie;
- instalacje mieszane – uruchomienie z użyciem programatora TX100B i centrala radiowa TR130 A/B, programator TX100B pozostaje w instalacji projektu i może być ponownie używany przy innym projekcie. Centrala radiowa pozostaje w instalacji projektu w celu umożliwienia komunikacji powiązanych z sobą urządzeń TP i RF.

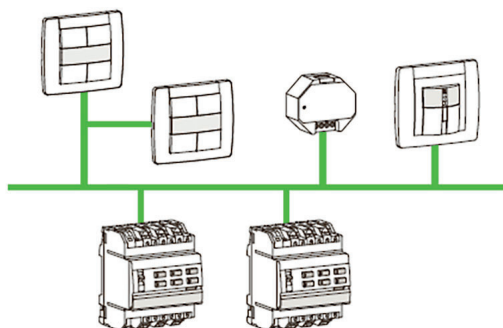
Topologia i architektura systemu

Każda instalacja zawiera urządzenia wejściowe i wyjściowe, które mogą komunikować się przewodowo (TP) lub radiowo (RF) (rys. 11.4). Dla urządzeń przewodowych musi być instalowany zasilacz systemowy TXA11x. Podłączenie/komunikacja tych urządzeń odbywa się:

- dla urządzeń przewodowych przez kabel EIB ($2 \times 2 \times 0,8 \text{ mm}^2$), określanej inaczej przewodem „Twisted Pair” (TP),
- dla urządzeń radiowych przez fale radiowe (zarezerwowana częstotliwość 868 MHz).

Możliwe są trzy konfiguracje architektury systemu:

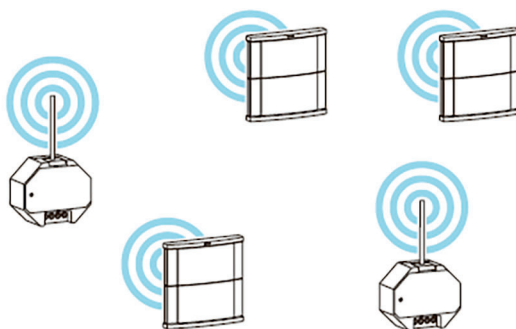
- 1. Tebis TX przewodowy:** zainstalowane są tylko urządzenia przewodowe (TP) (rys. 11.1).



Rys. 11.1. Przewodowa instalacja Tebis TX

Źródło: Materiały katalogowe z tematyki produktów i systemów niskich napięć firmy Hager, 2010/11.

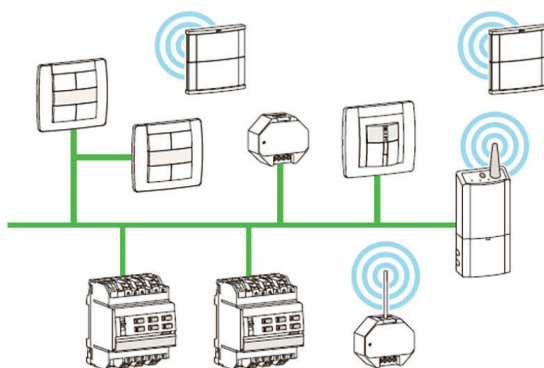
2. Tebis TX radiowy: zainstalowane są tylko urządzenia radiowe (RF) (rys. 11.2).



Rys. 11.2. Radiowa instalacja Tebis TX

Źródło: Materiały katalogowe z tematyki produktów i systemów niskich napięć firmy Hager, 2010/11.

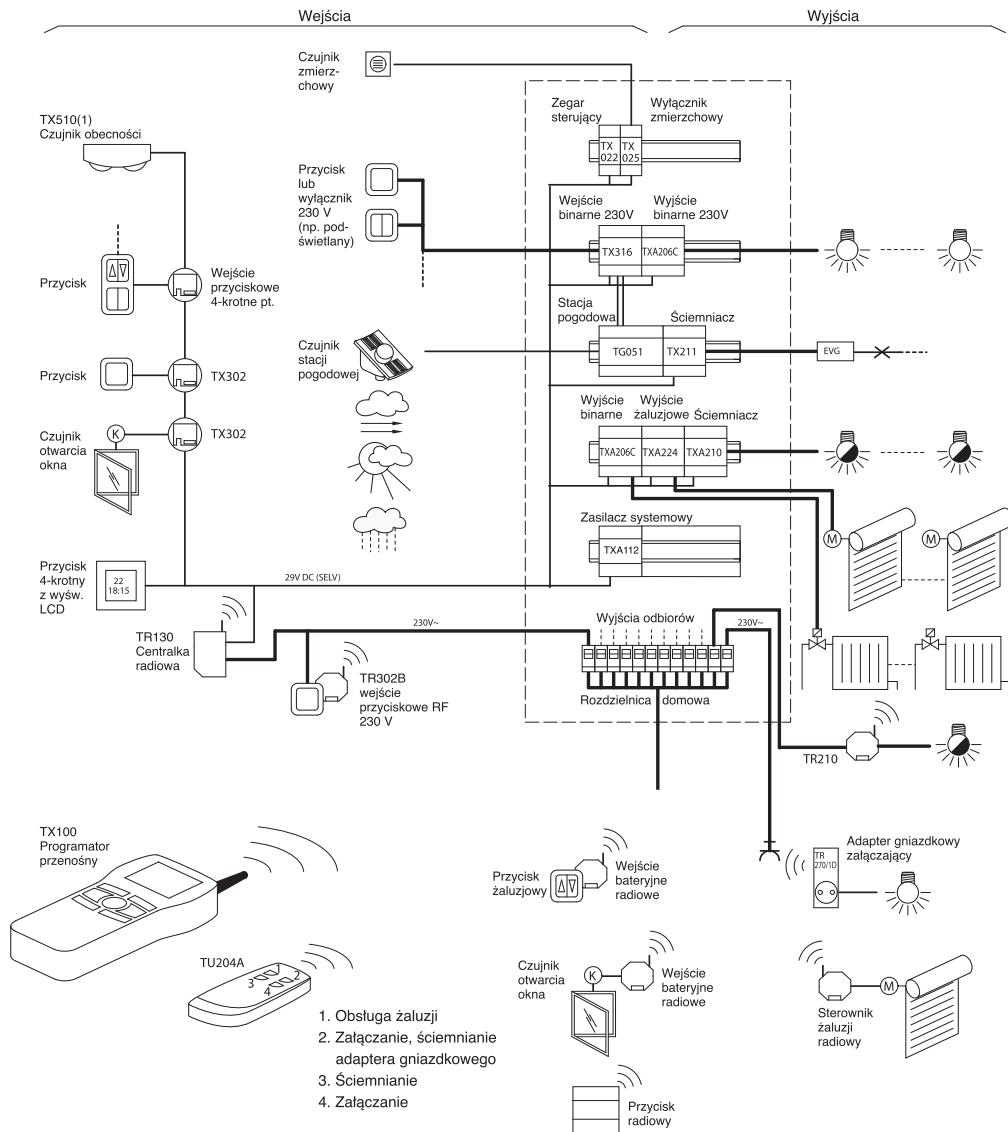
3. Instalacja mieszana: zainstalowane są urządzenia przewodowe i radiowe (TP + RF) (rys. 11.3).



Rys. 11.3. Instalacja mieszana Tebis TX

Źródło: Materiały katalogowe z tematyki produktów i systemów niskich napięć firmy Hager, 2010/11.

Struktura instalacji systemu tebis TX

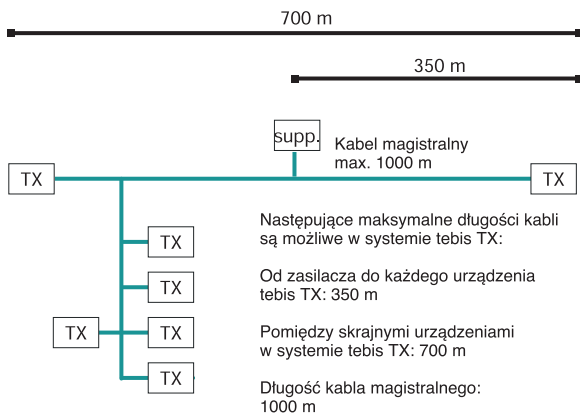


Rys. 11.4. Komponenty instalacji Tebis TX

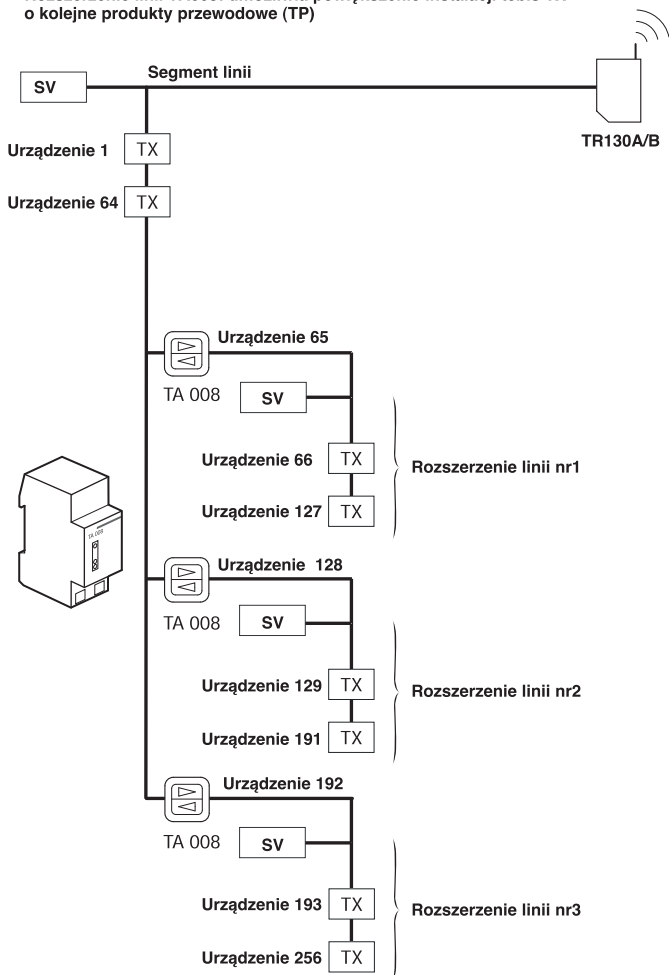
Źródło: Materiały katalogowe z tematyki produktów i systemów niskich napięć firmy Hager, 2010/11.

Poniżej znajdują się opisy 3 wspomnianych topologii (rys. 11.5, 11.6, 11.7).

**Topologia 1:
Instalacja tebis TX tylko z urządzeniami przewodowymi (TP)**

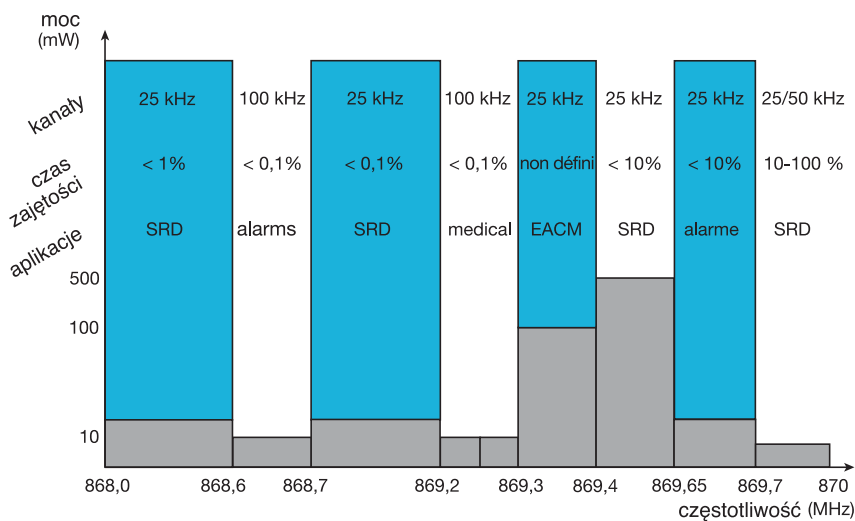
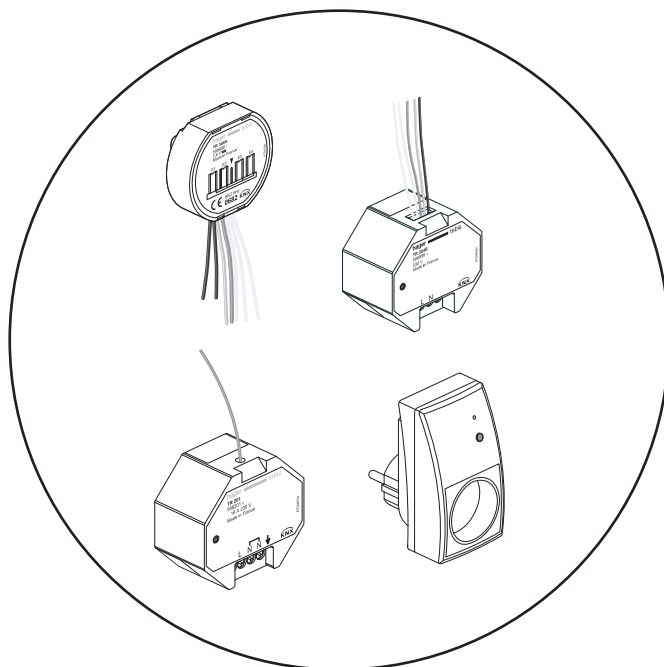


Rozszerzenie linii TA008: umożliwia powiększenie instalacji tebis TX o kolejne produkty przewodowe (TP)



Rys. 11.5. Instalacja tebis TX z urządzeniami przewodowymi
Źródło: Materiały katalogowe z tematyki produktów i systemów niskich napięć firmy Hager, 2010/11.

**Topologia 2:
Instalacja tebis RF KNX: Wyłącznie urządzenia radiowe**



Rys. 11.6. Instalacja tebis RF KNX: wyłącznie urządzenia radiowe

Źródło: Materiały katalogowe z tematyki produktów i systemów niskich napięć firmy Hager, 2010/11.

Każde z urządzeń TX (użytkowników) może wymieniać się informacjami z innym użytkownikiem za pośrednictwem przewodu sieci. Przewód sieci zasilany jest napięciem zasilania (DC 30 V SELV) [47].

Schemat z rysunku 11.5 pokazuje granice systemu objęte jednym zasilaczem TX111.

Uwzględnić należy przy tym następujące długości przewodów:

- całkowita długość przewodu: max. 1000 m,
- największa odległość pomiędzy dwoma urządzeniami: max. 700 m,
- największa odległość pomiędzy zasilaczem i urządzeniami: max. 350 m.

Każde urządzenie obciąża zasilacz własnym zużyciem prądu. Maksymalne obciążenie zasilacza osiągnięte zostaje przy użyciu około 64 aparatów Tebis TX. Takie przyporządkowanie z jednym zasilaczem i 64 aparatami określane jest jako segment liniowy.

Rozszerzenie linii TA008

Poszerzenie projektu Tebis TX wyłącznie o urządzenia TP. Jeżeli w projekcie użytych zostanie więcej niż 64 aparatów potrzebne będą dodatkowe zasilacze i poszerzenie linii. Rozszerzenie linii umożliwi zwiększenie liczby urządzeń podpiętych do magistrali, dzięki czemu zwiększają się granice systemu (256 urządzeń).

Maksymalne granice systemu

Schemat z lewej strony przedstawia maksymalne granice systemu z 4 zasilaczami i 3 rozszerzeniami linii. Długości przewodów pojedynczych segmentów pozostają bez zmian.

- Całkowita długość przewodu: $4 \times \text{max. } 1000 \text{ m}$.
- Maksymalna odległość pomiędzy dwoma urządzeniami: 700 m.
- Maksymalna odległość pomiędzy zasilaczem segmentu i urządzeniami: 350 m.

W ten sposób zastosować można $4 \times 64 = 256$ aparatów Tebis TX.

Centrala radiowa TR130 A/B

Centrala radiowa stanowi w trakcie uruchamiania pomost pomiędzy aparatami systemu przewodowego TP i programatorem. Centrala radiowa może zostać użyta w kolejnym projekcie, jednak podczas zmian w bieżącym projekcie lub jego konserwacji jest on znowu potrzebny. Zaleca się, aby TR130 A/B pozostawić w projekcie.

Urządzenia Tebis RF KNX składają się z aparatów wejściowych i wyjściowych, jak również kombinacji urządzeń wejściowych i wyjściowych. Urządzenia komunikują się ze sobą na częstotliwości radiowej 868 MHz. Na tej częstotliwości dochodzi do wymiany informacji. Kryteria podziału produktów:

- aparat jednokierunkowy: urządzenia wejściowe, które wysyłają informacje,
- aparat dwukierunkowy: urządzenia wyjściowe, które zarówno wysyłają, jak i odbierają informacje i dodatkowo mogą zostać użyte jako wzmacniacz/repeter sygnału.

Aparaty Tebis RF mogą być zasilane napięciem sieciowym 230 V~ lub przez baterie.

Uruchomienie dokonywane jest bez centrali radiowej, bezpośrednio przez programator TX100B. Kombinacje aparatów są odpowiednio zaprogramowane, np. 2-krotne wejście i 1-krotne wyjście żaluzji.

Funkcje podstawowe, takie jak podnoszenie/opuszczanie żaluzji, są już wstępnie ustawione (bez programatora TX100B). Zmiany poszczególnych funkcji, przykładowo podczas integracji z centralnym sterowaniem dokonywane są przy pomocy programatora TX100B.

Zasięg (wartości przybliżone):

- przestrzeń otwarta: do 100 m,
- w budynkach: do 30 m.

Typowa instalacja radiowa może obejmować do 250 aparatów. Częstotliwość wykorzystywana przez taki system to 868 MHz. Częstotliwość ta jest na terenie Europy ustandaryzowana. W zakresie mocy występują 2 obszary:

- wzmacniacze z 25 mW (maksymalna moc transmisji),
- nadajniki zasilane bateria o mocy poniżej 10 mW.

Do porównania moc transmisji telefonu komórkowego wynosi około 2 W.

Pasma ISM (np. 433 MHz) blokowane są natomiast nadajnikami stałymi (np. słuchawkami), stąd też częstotliwość 433 MHz może być tylko w ograniczonym zakresie używana przez System Automatyki Budynku.

Pasmo 868 MHz z określonym „Duty Cycle” (określony czas nadawania) omija ten problem i zostało specjalnie dopuszczone przez instytucje międzynarodowe do użytku w systemach automatyzacji instalacji obiektów mieszkaniowych.

W projektach z aparatami Tebis TP i aparatami RF KNX obowiązują warunki opisane w topologii 1 i 2 (rys 11.5–11.6). Projekt składający się z urządzeń przewodowych i radiowych w jednej instalacji został przedstawiony na rysunku 11.7.

Dodatkowe uwzględnienia:

- z urządzeniami TP komunikować może się maksymalnie 63 z 250 urządzeń radiowych,
- maksymalnie 50 połączeń z urządzeń TP może być transmitowanych do urządzeń radiowych,
- ogólnie możliwych jest 1024 kanałów (512 kanałów wejść i 512 kanałów wyjść).

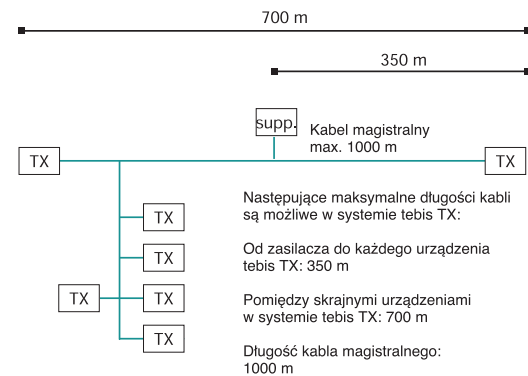
Przykład:

Urządzenie wyjściowe 6-krotne = 6 kanałów.

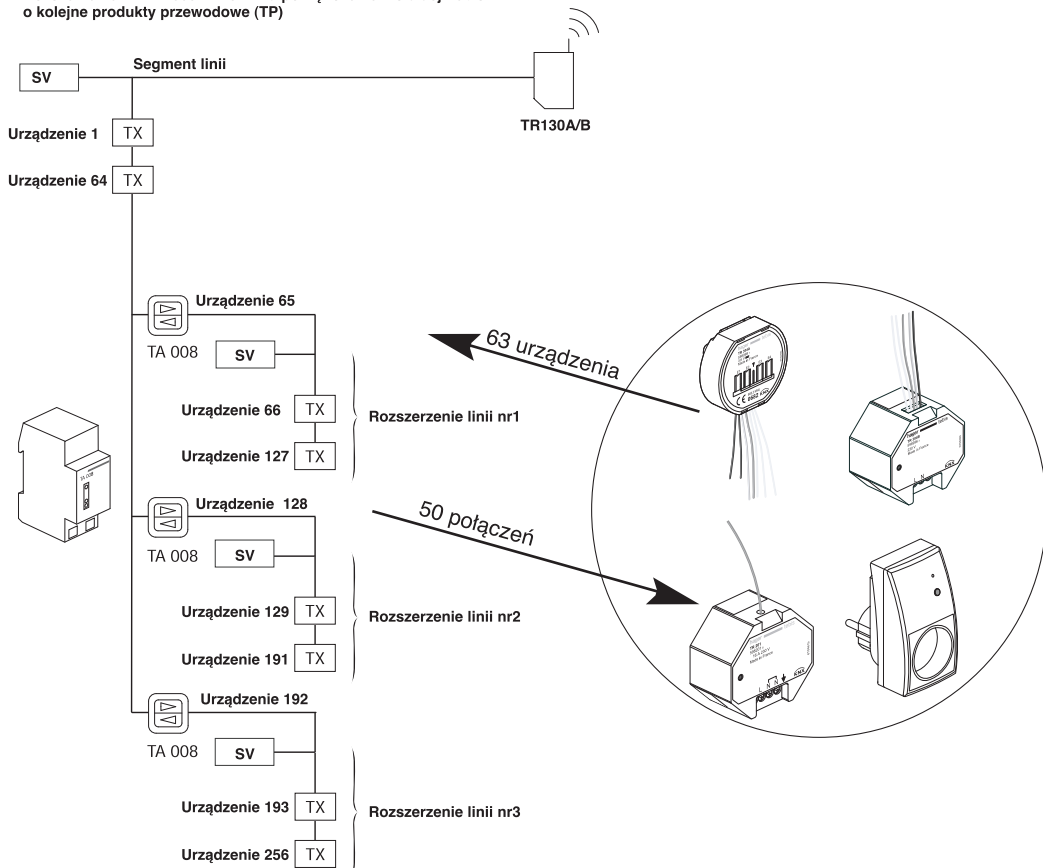
Urządzenie wejściowe 4-krotne = 4 kanały.

Wejście radiowe 2-krotne = 2 kanały.

Topologia 3:
Projekty mieszane: z urządzeniami TP i RF



Rozszerzenie linii TA008: umożliwia powiększenie instalacji tebis TX o kolejne produkty przewodowe (TP)



Rys. 11.7. Projekty mieszane: z urządzeniami TP i RF KNX

Źródło: Materiały katalogowe z tematyki produktów i systemów niskich napięć firmy Hager, 2010/11.

W instalacji Tebis TX, po zamontowaniu i dopasowaniu wszystkich urządzeń, trzeba przystąpić do skonfigurowania całości. Zadanie to wykonuje się za pomocą bezprzewodowego programatora TX100. Skonfigurowanie instalacji Tebis TX polega na:

- identyfikacji i umiejscowieniu rozmaitych urządzeń, z których ta instalacja się składa, przycisków kontaktowych, modułów wyjściowych oświetlenia itp.,
- opatrzeniu numerem każdego kanału wejściowego i wyjściowego, nadaniu numeru każdemu z 4 klawiszy poczwórnego przycisku, nadaniu numeru każdemu z 6 kanałów wyjściowych elementu składającemu się z 6 obwodów oświetleniowych,
- przypisaniu jakiejś funkcji każdemu wejściu, na przykład dla przycisku kontaktowego do zapalenia światła, zwinięcia rolet, ustawienia ogrzewania na komfort itp.,
- na ustaleniu więzi łączących wejścia i wyjścia, by móc powiedzieć, które wejście steruje którym wyjściem. W ten sposób można zdecydować, że jedno wejście wystereuje wiele wyjść i tą drogą zrealizować sterowanie grupą lub sceną.

Wykonana konfiguracja musi być następnie zapisana w formie pliku (nazywanego plikiem projektu) w dostępnej pamięci zewnętrznej:

- w pamięci zewnętrznej USB lub PC (TX100 wyposażony w złącze USB),
- na karcie SmartMedia (SM) (starsze egzemplarze TX100 z czytnikiem kart).

12. System DOMITO

System inteligentnej instalacji DOMITO powstał w związku z potrzebą obsługi hali produkcyjnej firmy MCD Electronics [49]. Jako że rozwiązania dostępne na rynku nie spełniały oczekiwań, firma ta postanowiła stworzyć własny system. W ten sposób narodziło się DOMITO, które dla indywidualnych klientów dostępne jest od 2006 roku.

Aktualnie system DOMITO to rodzina inteligentnych rozwiązań, na którą składa „DOMITO dla domu”, „DOMITO INDUSTRIAL” (dla hal fabrycznych) oraz „DOMITO GARDEN” (dla ogrodu) [52].

Za pomocą omawianego systemu można sterować następującymi elementami domu:

- oświetlenie,
- elementy typu HVAC,
- sterowanie urządzeniami RTV, AGD,
- sterowanie roletami/żaluzjami,
- współpraca z systemami alarmowymi/przeciwpożarowymi/kontroli dostępu.

Koszt okablowania dla systemu DOMITO jest o ok. 20–30% wyższy od tradycyjnych instalacji, a całkowity koszt uzależniony jest od wielkości budynku oraz zakresu zastosowania. Niewątpliwą zaletą DOMITO, który jest systemem otwartym, jest możliwość stosowania osprzętu różnych producentów oraz fakt, że system ten może być rozbudowywany stopniowo.

System DOMITO, tak jak inne systemy inteligentne, funkcjonuje w oparciu o trzy typy urządzeń:

1. sensory – odpowiadają za zbieranie informacji z otoczenia, są to różnego rodzaju czujniki (temperatury, wilgotności, dymu etc.), ale także włączniki;
2. akulatory – urządzenia wyjściowe wykonujące aktualizacje stanu serowanych wyjść;
3. urządzenia przetwarzające – główny element systemu; są to urządzenia, których zadaniem jest przetworzenie zebranych za pomocą sensorów informacji i za pomocą tychże informacji sterowanie pracą aktuatorów. W systemie DOMITO urządzenia te funkcjonują pod nazwą modułów bazowych, których są trzy rodzaje [49]:
 - a. moduł przekaźnika – zawiera 8 uniwersalnych wejść oraz 8 wyjść przekaźnikowych,
 - b. moduł ściemniacza – zawiera 8 uniwersalnych wejść oraz 4 wyjścia ze sterowaniem fazowym,
 - c. moduł analogowo-przekaźnikowy – zawiera 8 uniwersalnych wejść, 4 wyjścia 0–10 V oraz 4 wyjścia przekaźnikowe.

W pojedynczej instalacji może pracować więcej niż jeden moduł. Każdy z modułów w instalacji posiada swój niepowtarzalny adres, a ze względu na to, że adresowanie odbywa się za pomocą pięciu bitów, adresy dla modułów pochodzą z zakresu

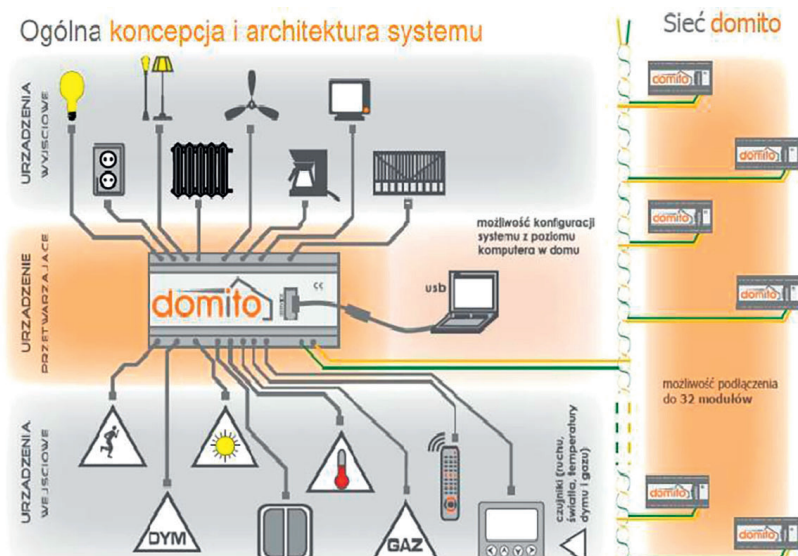
od 0 do 31, co daje 32 unikalne adresy. W związku z powyższym w pojedynczej instalacji może pracować do 32 modułów. Moduły między sobą komunikują się za pomocą skrętki dwużyłowej w standardzie RS-485. Moduły mogą być połączone w trzech rodzajach topologii:

- magistrala,
- gwiazda,
- połączenia mieszane (kombinacja dwóch powyższych topologii).

Jedyną niedopuszczalną topologią jest topologia pierścienia ze względu na możliwość otrzymywania przez moduł ramek komunikacyjnych z dwóch stron, co może skutkować powstawaniem błędów [49].

Do konfiguracji systemu służy program DOMITO Manager, który komunikuje się z systemem za pomocą interfejsu USB lub ETHERNET.

Działanie systemu zostało przedstawione na rysunku 12.1.



Rys. 12.1. Przykładowe działanie systemu DOMITO

Źródło: Materiały katalogowe z tematyki produktów DOMITO firmy MCD Electronics, 2012.

System DOMITO łączy w sobie cechy systemu otwartego, jak i zamkniętego. Za jego otwartością przemawia fakt, że osprzęt stosowany do zbudowania inteligentnej instalacji nie jest z góry narzucony przez producenta, a oprogramowanie wykorzystywane do konfiguracji można bezpłatnie pobrać z oficjalnej strony wsparcia technicznego dla DOMITO. Na rzecz zamkniętości systemu przemawia fakt, iż protokół komunikacyjny wykorzystany w DOMITO jest niejawnym i stanowi tajemnicę firmy.

Urządzenia przetwarzające

Urządzenia przetwarzające systemu DOMITO to najważniejsze komponenty systemu – przetwarzają informacje, sterują, kontrolują, integrują urządzenia wejścia i wyjścia w jedną funkcjonalną całość. Są to urządzenia z serii DBW-9. W systemie DOMITO występują trzy typy takich urządzeń: moduł przekaźnikowy DBW-91003/DBW-91004, moduł ściemniający DBW-92002 i moduł 0-10 V DBW-93002.

Moduł DBW-91003/DBW-91004

Charakterystyka:

- 8 wyjść przekaźnikowych ze stykiem przełącznym,
- 8 wejść parametryzowanych z poziomu aplikacji jako:
 - analogowe 0...10 V,
 - cyfrowe, aktywne stanem niskim lub wysokim,
- interfejs szeregowy do podłączenia Inteligentnych Modułów Wejściowych,
- dla DBW-91003 zegar czasu rzeczywistego z wyświetlaczem,
- wskaźniki stanów wejść i wyjść: po 8 diod LED,
- sygnalizacja stanu pracy urządzenia: 3 diody LED do sygnalizacji stanu zasilania, transmisji oraz stanów alarmowych,
- możliwość zmiany konfiguracji oraz programowanie funkcji sterowniczych poprzez program konfiguracyjny DOMITO Manager,
- podtrzymanie pamięci konfiguracji i nastaw przy braku napięcia zasilającego.

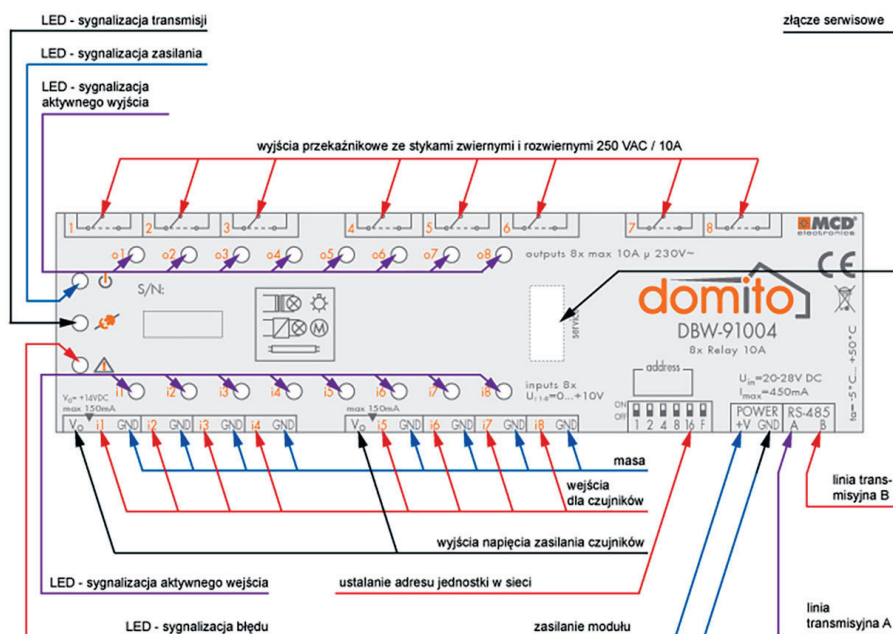
Tabela 12.1. Dane techniczne modułu DBW-91003/DBW-91004

Warunki pracy	
Znamionowe napięcie zasilania	20 ... 28 V DC, zalecane 24 V DC
Maksymalny prąd zasilania	250 mA – bez obciążenia wyjść 14 V DC, wszystkie przekaźniki załączone; 450 mA – maksymalne obciążenie modułu
Użytkowanie	W instalacjach niskiego napięcia
Specyfikacja wejść	
Typy wejść	Uniwersalne: analogowe (0–10 V), cyfrowe parametryczne, cyfrowe licznikowe, transmisyjne – konfigurowane przez aplikację DOMITO Manager
Zakres analogowych sygnałów	0 V do 10 V DC
Wewnętrzne źródło prądowe	8 × 10 mA przy 25°C
Poziomy odpowiadające stanom logicznym wejścia cyfrowego parametrycznego	Napięcia odpowiadające stanom logicznym konfigurowane przez aplikację DOMITO Manager

Tabela 12.1. c.d. Dane techniczne modułu DBW-91003/DBW-91004

Napięcia odpowiadające stanom logicznym dla wejść cyfrowych licznikowych	Stan logiczny „0” – poniżej 3 V Stan logiczny „1” – powyżej 8,7 V	
Rezystancja odpowiadająca poziomom logicznym przy wykorzystaniu wewnętrznego źródła prądowego 10 mA	Stan logiczny „0” – poniżej 300 Ω Stan logiczny „1” – powyżej 870 Ω	
Maksymalna częstotliwość sygnałów cyfrowych	Dla wejść parametrycznych: 50 Hz Dla wejść licznikowych 1 kHz	
Maksymalne dopuszczalne napięcie wejściowe	14 V DC	
Specyfikacja wyjść		
Liczba wyjść przekaźnikowych	8	
Rodzaj wyjść	Wyjścia przekaźnikowe przełączne 1NO/NC	
Minimalny prąd i napięcie zestyków	10 mA / 10 V	
Liczba wyjść zasilania czujników	2 × 14 V/150 mA z wbudowaną przetwornicą	
Typy obciążeń	Dla styku NO	Dla styku NC
W kategorii AC-1	10 A / 250 VAC	6 A / 250 VAC
W kategorii DC-1	10 A / 24 DC	6 A / 24 V DC
W kategorii AC-3	0,9 kW	0,5 kW
Lampy żarowe i halogenowe 230 V	2000 W	1000 W
Lampy fluorescencyjne: dla kompensacji szeregowej dla kompensacji równoległej	1000 W 750 W	450 W 300 W
Lampy halogenowe 12 V z transformatorem	500 VA	400 VA
Zegar		
Dokładność odczytu czasu	± 1s / 24 h przy temp. 25°C	
Czas podtrzymania zegara	24 h	
Pozostałe dane		
Montaż : – mocowanie: – miejsce pracy:	Na szynę DIN 35 mm W szafie sterowniczej lub rozdzielniczy instalacyjnej	
Przekrój przewodów przyłączeniowych: – magistrala przyłączeniowa – zasilające 24 V DC – urządzenia wyjściowe	skrętka teleinformatyczna min. 0.1 mm ² 0.5 mm ² –2,5 mm ² odpowiednio do obciążenia – max. 2,5 mm ²	
Wymiary (szer × wys × głęb)	160 × 90 × 58	
Masa	400 gram	

Temperatura otoczenia: – pracy – składowania	-5–50°C -15–60°C
Stopień ochrony obudowy	IP 20
Klasa ochronności	II
Interfejs komunikacji sieciowej	RS-485
Zgodność z normami	PN-EN 60669-2-1, PN-EN 50428



Rys. 12.2. Szkic DBW-91003/DBW-91004

Źródło: Materiały katalogowe z tematyki produktów DOMITO firmy MCD Electronics, 2012.

Moduł ściemniający DBW-92002

Charakterystyka modułu [56]:

- 4 wyjścia z regulacją fazową mocy;
- 8 wejść parametryzowanych z poziomu aplikacji, jako:
 - analogowe 1...10 V,
 - cyfrowe, aktywne stanem niskim lub wysokim,
 - interfejs szeregowy do podłączenia Inteligentnych Modułów Wejściowych;
- wskaźniki stanów wejść i wyjść: 8 diod LED dla wejść i 4 diody LED dla wyjść;
- sygnalizacja stanu pracy urządzenia: 3 diody LED do sygnalizacji stanu zasilania, transmisji oraz stanów alarmowych;

- możliwość zmiany konfiguracji oraz programowanie funkcji sterowniczych poprzez program konfiguracyjny DOMITO Manager.

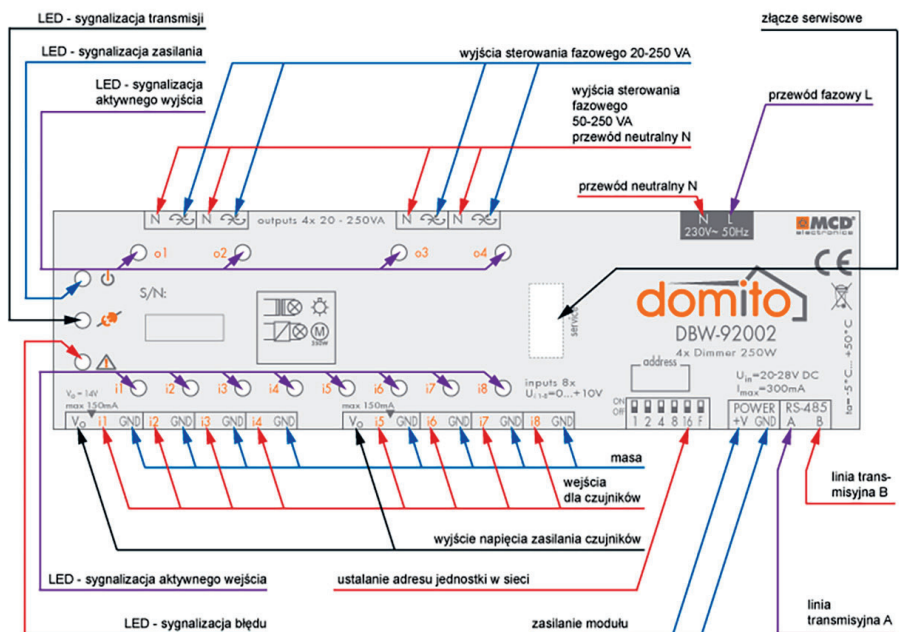
Przykładowe funkcje:

- podtrzymanie pamięci konfiguracji i nastaw przy braku napięcia zasilającego,
- miękki start i wyłączenie z możliwością konfiguracji,
- ściemniacz sterowany jednym klawiszem monostabilnym (dzwonkowym) z możliwością zapamiętania ostatniej nastawy,
- ściemniacz sterowany dwoma klawiszami,
- rozdzielenie funkcji rozjaśniania i ściemniania,
- ściemniacz sterowany potencjometrem,
- aktor scen świetlnych (pamięć 8 scen),
- aparat schodowy z funkcją ostrzegania przed wyłączeniem i przeciwblokadą,
- wykorzystanie w układzie automatycznej stabilizacji jasności w pomieszczeniu,
- możliwość współpracy z czujnikiem ruchu.

Tabela 12.2. Dane techniczne modułu DBW-92002

Warunki pracy	
Znamionowe napięcie zasilania	20 ... 28 V DC, zalecane 24 V DC
20 ... 28 V DC, zalecane 24 V DC	250 mA – bez obciążenia wyjść 14 V DC, wszystkie przekaźniki załączone; 450 mA – maksymalne obciążenie modułu
Użytkowanie	W instalacjach niskiego napięcia
Specyfikacja wejść	
Typy wejść	Uniwersalne: analogowe (0–10 V) Cyfrowe parametryczne Cyfrowe licznikowe Transmisyjne – konfigurowane przez aplikację DOMITO Manager
Zakres analogowych sygnałów	0 V do 10 V DC
Wewnętrzne źródło prądowe	8×10 mA przy 25°C
Poziomy odpowiadające stanom logicznym wejścia cyfrowego parametrycznego	Napięcia odpowiadające stanom logicznym konfigurowane przez aplikację DOMITO Manager
Napięcia odpowiadające stanom logicznym dla wejść cyfrowych licznikowych	Stan logiczny „0” – poniżej 3 V Stan logiczny „1” – powyżej 8,7 V
Rezystancja odpowiadająca poziomom logicznym przy wykorzystaniu wewnętrznego źródła prądowego 10 mA	Stan logiczny „0” – poniżej 300 Ω Stan logiczny „1” – powyżej 870 Ω

Maksymalna częstotliwość sygnałów cyfrowych	Dla wejść parametrycznych: 50 Hz Dla wejść licznikowych 1kHz	
Maksymalne dopuszczalne napięcie wejściowe	14 V DC	
Specyfikacja wyjść		
Liczba wyjść przekaźnikowych	8	
Rodzaj wyjść	Wyjścia przekaźnikowe przełączne 1NO/NC	
Minimalny prąd i napięcie ze styków	10 mA / 10 V	
Liczba wyjść zasilania czujników	2 × 14 V/150 mA z wbudowanej przetwornicy	
Typy obciążeń	Dla styku NO	Dla styku NC
W kategorii AC-1	10 A / 250 VAC	6 A / 250 VAC
W kategorii DC-1	10 A / 24 DC	6 A / 24 V DC
W kategorii AC-3	0,9 kW	0,5 kW
Lampy żarowe i halogenowe 230 V	2000 W	1000 W
Lampy fluorescencyjne: dla kompensacji szeregowej dla kompensacji równoległej	1000 W 750 W	450 W 300 W
Lampy halogenowe 12 V z transformatorem	500 VA	400 VA
Zegar		
Dokładność odmierzenia czasu	± 1s / 24 h przy temp. 25°C	
Czas podtrzymania zegara	24 h	
Pozostałe dane		
Montaż: – mocowanie – miejsce pracy	Na szynę DIN 35 mm W szafie sterowniczej lub rozdzielnicy instalacyjnej	
Przekrój przewodów przyłączeniowych: – magistrala przyłączeniowa – zasilające 24 V DC – urządzenia wyjściowe	skrętka teleinformatyczna min. 0,1 mm ² 0,5–2,5 mm ² odpowiednio do obciążenia – max. 2,5 mm ²	
Wymiary (szer. × wys. × głęb.)	160 × 90 × 58	
Masa	400 gram	
Temperatura otoczenia: – pracy – składowania	-5–50°C -15–60°C	
Stopień ochrony obudowy	IP 20	
Klasa ochronności	II	
Interfejs komunikacji sieciowej	RS-485	
Zgodność z normami	PN-EN 60669-2-1, PN-EN 50428	



Rys. 12.3. Szkic DBW-92002

Źródło: Materiały katalogowe z tematyki produktów DOMITO firmy MCD Electronics, 2012.

Moduł 0-10V DBW-93002

Charakterystyka modułu:

- umożliwia sterowanie pracą urządzeń wyposażonych w interfejs 1–10 V, takich jak: głowice termoelektryczne, serwonapędy, ściemniacze,
- posiada 8 niezależnych, izolowanych wyjść (kanałów wyjściowych) regulowanych w zakresie 1–10 V,
- 8 wejść parametryzowanych z poziomu aplikacji jako:
 - analogowe 1...10 V,
 - cyfrowe, aktywne stanem niskim lub wysokim,
 - interfejs szeregowy do podłączenia Inteligentnych Modułów Wejściowych,
- sygnalizacja stanu pracy urządzenia poprzez zastosowanie: po 8 diod LED dla wejść i wyjść, 3 diody LED do sygnalizacji stanu zasilania, transmisji oraz stanów alarmowych,
- interfejs dla oddalonych modułów wykonawczych,
- wyjścia odporne na zwarcie i przeciążenie.

Przykładowe funkcje:

- miękki start i wyłączenie z możliwością konfiguracji,

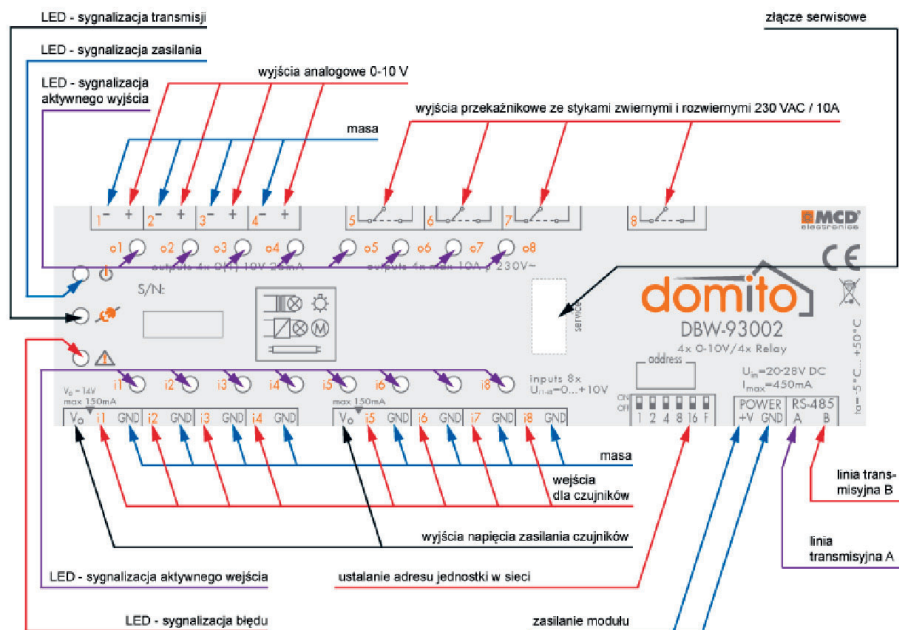
- ściemniacz sterowany jednym klawiszem monostabilnym (dzwonkowym) z możliwością zapamiętania ostatniej nastawy,
- ściemniacz sterowany dwoma klawiszami,
- rozdzielenie funkcji rozjaśniania i ściemniania,
- ściemniacz sterowany potencjometrem,
- aktor scen świetlnych (pamięć 8 scen),
- aparat schodowy z funkcją ostrzegania przed wyłączeniem i przeciwblokadą,
- wykorzystanie w układzie automatycznej stabilizacji jasności w pomieszczeniu,
- możliwość współpracy z czujnikiem ruchu.

Tabela 12.3. Dane techniczne modułu DBW-93002

Warunki pracy	Dane techniczne
Znamionowe napięcie zasilania	20 ... 28 V DC, zalecane 24 V DC
20 ... 28 V DC, zalecane 24 V DC	200 mA – bez obciążenia wyjść 14 V DC, wszystkie przekaźniki załączone 450 mA – maksymalne obciążenie modułu
Użytkowanie	W instalacjach niskiego napięcia
Specyfikacja wejść	
Typy wejść	Uniwersalne: analogowe (0–10V), cyfrowe parametryczne, cyfrowe licznikowe, transmisyjne – konfigurowane przez aplikację DOMITO Manager
Zakres analogowych sygnałów	0 V do 10 V DC
Wewnętrzne źródło prądowe	8 × 10 mA przy 25°C
Poziomy odpowiadające stanom logicznym wejścia cyfrowego parametrycznego	Napięcia odpowiadające stanom logicznym konfigurowane przez aplikację DOMITO Manager
Napięcia odpowiadające stanom logicznym dla wejść cyfrowych licznikowych	Stan logiczny „0” – poniżej 3 V Stan logiczny „1” – powyżej 8,7 V
Rezystancja odpowiadająca poziomom logicznym przy wykorzystaniu wewnętrznego źródła prądowego 10 mA	Stan logiczny „0” – poniżej 300 Ω Stan logiczny „1” – powyżej 870 Ω
Maksymalna częstotliwość sygnałów cyfrowych	Dla wejść parametrycznych: 50 Hz; dla wejść licznikowych 1 kHz
Maksymalne dopuszczalne napięcie wejściowe	14 V DC
Specyfikacja wyjść przekaźnikowych	
Liczba wyjść przekaźnikowych	4
Rodzaj wyjść	Wyjścia przekaźnikowe przełączne 1NO/NC

Tabela 12.3. c.d. Dane techniczne modułu DBW-93002

Minimalny prąd i napięcie zestyków	10 mA / 10 V	
Liczba wyjść zasilania czujników	2 × 14 V/150 mA z wbudowanej przetwornicy	
Typy obciążeń dla wyjść przekaźnikowych	Dla styku NO	Dla styku NC
W kategorii AC-1	10 A / 250 VAC	6 A / 250 VAC
W kategorii DC-1	10 A / 24 DC	6 A / 24 V DC
W kategorii AC-3	0,9 kW	0,5 kW
Lampy żarowe i halogenowe 230 V	2000 W	1000 W
Lampy fluorescencyjne: dla kompensacji szeregowej dla kompensacji równoległej	1000 W 750 W	450 W 300 W
Lampy halogenowe 12 V z transformatorem	500 VA	400 VA
Specyfikacja wyjść analogowych		
Liczba wyjść analogowych	4	
Zakres napięć wyjściowych	0–10 V DC	
Maksymalny prąd wyjściowy	25 mA dla pracy pasywnej; 10 mA dla pracy aktywnej	
Pozostałe dane		
Montaż : – mocowanie: – miejsce pracy:	Na szynę DIN 35 mm W szafie sterowniczej lub rozdzielniczy instalacyjnej	
Przekrój przewodów przyłączeniowych: – magistrala przyłączeniowa – zasilające 24 V DC – urządzenia wyjściowe	skrętka teleinformatyczna min. 0,1mm ² 0,5–2,5 mm ² odpowiednio do obciążenia – max. 2,5 mm ²	
Wymiary (szer × wys × głęb)	160 × 90 × 58	
Masa	400 gram	
Temperatura otoczenia: – pracy – składowania	-5–50°C -15–60°C	
Stopień ochrony obudowy	IP 20	
Klasa ochronności	II	
Interfejs komunikacji sieciowej	RS-485	



Rys. 12.4. Szkic DBW-93002

Źródło: Materiały katalogowe z tematyki produktów DOMITO firmy MCD Electronics, 2012.

Sensory i aktry

Sensor jest urządzeniem wytwarzającym sygnał wyjściowy w celu wykrycia zjawiska fizycznego, np. sensorem jest wyłącznik oświetlenia. Aktor jest urządzeniem wykonawczym. Jako urządzenia wejściowe i wyjściowe w standardzie DOMITO mogą współpracować bez żadnych urządzeń pośredniczących wszystkie urządzenia obsługujące tradycyjne elektryczne instalacje (jest to system otwarty).

MCD Electronics, producent systemu DOMITO, posiada w swojej ofercie kilka urządzeń wejściowych dedykowanych własnej produkcji, są to: multisensor DSW-D001, multisensor z odbiornikiem IRED DSW-D002, multisensor z zadajnikiem temperatury DSW-D101, czujnik temperatury 0...10 V DSZ-A001, czujnik temperatury 0...10 V DSW-A002, czujnik zmierzchowy 0...10 V DSZ-A101, pilot 4-przyciskowy DIW-04001, pilot 8-przyciskowy DIW-08001. Oprócz czujników dedykowanych do systemu można podłączyć dowolne czujniki z wyjściem typu 0–10 V.

Multisensor DSW-D001

Jest to czujnik do pomiaru temperatury i wilgotności w pomieszczeniach dla układów ogrzewania i chłodzenia. Posiada również wejście binarne.

Tabela 12.4. Dane techniczne multisensora DSW-D001

Warunki pracy: Znamionowe napięcie zasilania Maksymalny pobór prądu Temperatura pracy	10–24 V DC 15 mA 0–50°C
Interfejs komunikacyjny	dwukierunkowa transmisja szeregową
Czujnik temperatury: Zakres pomiaru	2–50°C
Czujnik wilgotności: Zakres pomiaru	20%–90%
Wejście binarne	aktywny stanem niskim <1 V
Stopień ochrony	IP 20
Obudowa	biała, 80 × 80 × 25 mm



Rys. 12.5. Multisensor DSW-D001

Źródło: Materiały katalogowe MCD Electronics [29]

Multisensor z odbiornikiem IRED DSW-D002

Czujnik do pomiaru temperatury i wilgotności w pomieszczeniach dla układów ogrzewania i chłodzenia. Posiada wejście binarne, odbiornik podczerwieni zgodny z RC5 oraz diodę LED do potwierdzenia odbioru polecenia z pilota IRED.

Tabela 12.5. Dane techniczne multisensora DSW-D002

Warunki pracy: Znamionowe napięcie zasilania Maksymalny pobór prądu Temperatura pracy	10–24 V DC 15 mA 0–50°C
Interfejs komunikacyjny	dwukierunkowa transmisja szeregową
Czujnik temperatury: Zakres pomiaru	2–50°C
Regulacja odchyłki temperatury: Zakres	zależny od konfiguracji
Czujnik wilgotności: Zakres pomiaru	20%–90%
Wejście binarne	aktywny stanem niskim <1V
Odbiornik podczerwieni: Kodowanie Sygnalizacja odbioru komendy pilota	zgodne z RC5 dioda LED
Stopień ochrony	IP 20



Rys. 12.6. Multisensor DSW-D002

Źródło: Materiały katalogowe z tematyki produktów DOMITO firmy MCD Electronics, 2012.

Multisensor z zadajnikiem temperatury DSW-D101

Czujnik ten posiada pokrętkę nastawcze wartości temperatury w pomieszczeniu dla systemów ogrzewania i chłodzenia z możliwością parametryzacji zakresu i czułości poprzez dokonanie zmian w konfiguracji. Pomiaru temperatury w pomieszczeniu odbywa się za pomocą wewnętrznej sondy termicznej. W urządzeniu znajduje się również czujnik wilgotności. Przycisk ręczny może być stosowany jako przycisk obecności lub rodzaju pracy: komfort, stand-by, obniżenie nocne. Tryb pracy czujnika jest sygnalizowany diodą LED.

Tabela 12.6. Dane techniczne multisensora z zadajnikiem temperatury DSW-D101

Warunki pracy Znamionowe napięcie zasilania Maksymalny pobór prądu Temperatura pracy	10–24 V DC 15 mA 0–50°C
Interfejs komunikacyjny	dwukierunkowa transmisja szeregową
Czujnik temperatury: Zakres pomiaru	2–50°C
Regulacja odchyłki temperatury: Zakres	zależny od konfiguracji
Czujnik wilgotności: Zakres pomiaru	20%–90%
Wejście binarne	aktywny stanem niskim <1 V
Funkcjonalność: Konfiguracja trybu pracy	komfort, nocny, stand-by
Odbiornik podczerwieni: Kodowanie Wybór trybu pracy Sygnalizacja odbioru komendy pilota	zgodne z RC5 klawisz dioda LED
Stopień ochrony	IP 20



Rys. 12.7. Multisensor DSW-D101

Źródło: Materiały katalogowe z tematyki produktów DOMITO firmy MCD Electronics, 2012.

Czujnik temperatury DSZ-A001

Czujnik temperatury przeznaczony do pomiaru temperatury w pomieszczeniach mieszkalnych, szklarniach i na zewnątrz budynku. Współpracuje z wejściem analogowym 0–10 V – wartość zmierzonej temperatury przetwarzana jest na analogowy sygnał liniowy 0–10 V. Czujnik może współpracować również z obcymi systematami.

Tabela 12.7. Dane techniczne czujnika temperatury DSZ-A001

Warunki pracy: Znamionowe napięcie zasilania Maksymalny pobór prądu Temperatura pracy	10–24 V DC, zalecane 14 V DC ok. 10 mA -40–70°C
Czujnik temperatury: Zakres pomiaru	-40–60°C
Wejście: Analogowe	0–10 V (odporne na zwarcia)
Podłączenie: Zalecany przewód Długość przewodów	3 × 0,25 mm ² max. 100 m
Stopień ochrony	IP 65
Montaż	natynkowy
Pozycja zabudowy	dowolna
Wymiary zewnętrzne (szer. × wys. × grub.)	60 × 75 × 35 mm



Rys. 12.8. Czujnik temperatury DSZ-A001

Źródło: Materiały katalogowe z tematyki produktów DOMITO firmy MCD Electronics, 2012.

Czujnik temperatury DSW-A002

Czujnik przeznaczony do pomiaru temperatury w zakresie 0–100°C, przystosowany do użytku wewnątrz budynku. Współpracuje z wejściem analogowym 0–10 V.

Tabela 12.8. Dane techniczne czujnika temperatury DSW-A002

Warunki pracy: Znamionowe napięcie zasilania Maksymalny prąd zasilania Temperatura pracy	14–20 V DC ok. 15 mA 0–85°C
Czujnik temperatury: Zakres pomiaru	0–100°C
Rozdzielczość	100 mV/°C
Dokładność	±0,5 °C (typowa)
Wejście: Analogowe	0–10 V (odporne na zwarcia)
Podłączenie: Wymiary elementu pomiarowego (dług. × śred.)	50 × 6 mm
Stopień ochrony	IP 40
Montaż	natynkowy
Pozycja zabudowy	dowolna
Wymiary zewnętrzne (szer. × wys. × grub.)	62 × 33 × 16 mm

Czujnik zmierzchowy DSZ-A101

Czujnik ten dokonuje pomiaru natężenia oświetlenia. Współpracuje z wejściem analogowym 0–10 V – wartość zmierzonego natężenia światła przetwarzana jest na analogowy sygnał liniowy 0–10 V. Przystosowany do montażu na zewnątrz budynku. Czujnik może współpracować również z obcymi systematami.

Tabela 12.9. Dane techniczne czujnika zmierzchowego DSZ-A101

Warunki pracy: Znamionowe napięcie zasilania Maksymalny pobór prądu Temperatura pracy	10–24 V DC, zalecane 14 V DC ok. 10 mA -40–70°C
Czujnik natężenia oświetlenia: Zakres pomiarowe	3–300 lx, liniowy 300–1000 lx, liniowy
Wejście: Analogowe	0–10 V (odporne na zwarcia)
Podłączenie: Zalecany przewód Długość przewodów	3 × 0,25mm ² max. 100 m
Stopień ochrony	IP 65
Montaż	natynkowy
Pozycja zabudowy	dowolna
Wymiary zewnętrzne (szer. × wys. × grub.)	60 × 75 × 35 mm



Rys. 12.9. Czujnik zmierzchowy DSZ-A101

Źródło: Materiały katalogowe z tematyki produktów DOMITO firmy MCD Electronics, 2012.

Pilot 4-przyciskowy DIW-04001

Nadajnik podczerwieni do zdalnego sterowania inteligentną instalacją z czterema niezależnymi kanałami. Funkcje przycisków zależne od konfiguracji [45].

Tabela 12.10. Dane techniczne pilota DIW-04001

Typ baterii	CR 2032
Temperatura pracy	0–50°C
Zasięg	ok. 10 m
Kodowanie	RC5
Liczba kanałów (przycisków)	4
Funkcje przycisków	określane w konfiguracji
Sygnalizacja naciśnięcia przycisku	dioda LED czerwona
Wymiary zewnętrzne	35 × 72 × 14 mm
Typ obudowy i kolor	plastikowa, czarna



Rys. 12.10. Pilot 4-przyciskowy DIW-04001

Źródło: Materiały katalogowe z tematyki produktów DOMITO firmy MCD Electronics, 2012.

Pilot 8-przyciskowy DIW-08001

Nadajnik podczerwieni z ośmioma niezależnymi kanałami. Funkcje przycisków zależne od konfiguracji.

Tabela 12.11. Dane techniczne pilota DIW-08001

Typ baterii	2 × AA – LR6
Temperatura pracy	0–50°C
Kąt nadawania	45°
Częstotliwość nośna	38 kHz
Zasięg	ok. 10 m
Kodowanie	RC5
Liczba kanałów (przycisków)	8
Funkcje przycisków	określane w konfiguracji
Wymiary zewnętrzne	38 × 157 × 20 mm
Typ obudowy i kolor	plastikowa, czarna
Waga	42 g



Rys. 12.11. Pilot 8-przyciskowy DIW-08001

Źródło: Materiały katalogowe MCD Electronics.

Inne urządzenia

Inne urządzenia produkowane przez firmę DOMITO to: interfejs serwisowy USB DIU-001, interfejs serwisowy ETHERNET DIE-001, zasilacz DZW-60-24, kompensator mocy DKM-001, walizka szkoleniowa DWS-001.

Interfejs serwisowy USB DIU-001

Interfejs umożliwia komunikację między PC lub panelem dotykowym a systemem DOMITO w celu konfiguracji, parametryzacji i uruchomienia systemu. Połączenie z systemem DOMITO następuje przez złącze serwisowe DOMITO ze złączem serwisowym w module DOMITO, połączenie z PC następuje przez

USB. Interfejs wyposażony jest w zieloną diodę, która sygnalizuje proces przesyłania danych.



Rys. 12.12. Interfejs serwisowy USB DIU-001

Źródło: Materiały katalogowe z tematyki produktów DOMITO firmy MCD Electronics, 2012.

Interfejs serwisowy ETHERNET DIE-001

Interfejs ETHERNET umożliwia komunikację między PC lub panelem dotykowym, a systemem DOMITO w celu konfiguracji, parametryzacji i uruchomienia systemu lub wizualizacji jego stanu. Połączenie z systemem DOMITO następuje przez złącze serwisowe, a połączenie z PC następuje poprzez sieć ETHERNET (za pośrednictwem switcha, routera lub bezpośrednio poprzez skrosowany przewód ethernetowy).



Rys. 12.13. Interfejs serwisowy ETHERNET DIE-001

Źródło: Materiały katalogowe z tematyki produktów DOMITO firmy MCD Electronics, 2012.

Zasilacz DZW-60-24

Zasilacz wewnętrzny do modułów bazowych 60 W, 24 V, 2.5 A. Posiada wskaźnik LED poprawności napięcia wyjściowego oraz możliwość regulacji napięcia wyjściowego w zakresie $\pm 10\%$. Zaczepki wejściowe i wyjściowe – śrubowe.

Tabela 12.12. Dane techniczne zasilacza DZW-60-24

Warunki pracy	Dane techniczne
Napięcie wejściowe	85–264 V AC; 120–370 V DC
Napięcie wyjściowe	24 V
Prąd wyjściowy	2,5 A
Moc wyjściowa	60 W
Prąd rozruchu	Zimny start, 30 A przy 115 V AC, 40 A przy 230 V AC
Temperatura pracy/ obciążenie	-20–50°C / 100%; 60°C / 80%
Sprawność	86%
Ustalenie parametrów pracy Czas podniesienia napięcia Czas podtrzymania napięcia	100 ms 30 ms 50 ms, przy zasilaniu 230 V AC
Pozostałe dane	Dane techniczne
Montaż : – mocowanie – miejsce pracy	Na szynę DIN 35 mm W szafie sterowniczej lub rozdzielniczy instalacyjnej
Wymiary	93 × 78 × 67 mm
Masa	0,3 kg
Zgodność z normami bezpieczeństwa	UL60950-1, TUV EN60950-1
Typ obudowy i kolor	plastikowa, czarna
Waga	42 g



Rys. 12.14. Zasilacz DZW-60-24

Źródło: Materiały katalogowe z tematyki produktów DOMITO firmy MCD Electronics, 2012.

Kompensator mocy DKM-001

Kompensator jest zabezpieczeniem wyjścia ściemniającego przy pracy z obciążeniem indukcyjnym lub pojemnościowym. Maksymalne napięcie pracy 250 V RMS lub 320 V DC. Przystosowany do montażu wewnątrz budynku na szynie DIN 35 mm.

13. Wizualizacja instalacji inteligentnych

Analiza możliwości wizualizacji w instalacji automatyki budynkowej

Inteligentny budynek wyposażony w instalację nowoczesnych i najbardziej efektywnych rozwiązań automatyki domowej ukierunkowany jest przede wszystkim na wygodę obsługi przez użytkownika. Pełnię komfortu obsługi zapewniają wizualizacje pozwalające na zdalne sterowanie wybranymi instalacjami z dowolnego miejsca w domu i poza nim za pośrednictwem łączności internetowej. W tym rozdziale przedstawiono wpływ wizualizacji na kilka aspektów związanych z wyposażeniem w nią inteligentnego budynku, zalety oraz wady zastosowania tego rozwiązania w systemach automatyki domowej oraz podział wizualizacji ze względu na jej stopień zaawansowania.

Podział wizualizacji

Ze względu na stopień zaawansowania wizualizację instalacji inteligentnej można podzielić na dwie grupy – wizualizację służącą wyłącznie do sterowania elementami instalacji oraz wizualizację, która uwzględnia odpowiedzi systemu na komendy wydane przez użytkownika.

Pierwsza grupa to zwykle najprostsze wizualizacje, których interfejs ogranicza się do kilku lub kilkunastu opisanych przycisków, które spełniają określone funkcje – sterowanie roletami, włączanie, wyłączanie oświetlenia, wybór sceny świetlnej. Przypominają one funkcjonalność panelu wieloprzyciskowego z tą różnicą, że w wizualizacji przycisków może być nawet kilkadziesiąt oraz można zmieniać ich przeznaczenie w dowolnym momencie. Drugą grupę stanowią wizualizacje, które reagują na wybór użytkownika wyświetlając stan instalacji po wykonanych operacjach. Załączenie oświetlenia w pomieszczeniu spowoduje, że ikona odpowiedzialna za daną oprawę zmieni swój wygląd informując użytkownika o jej stanie. Ponadto zmiany stanu danej oprawy niekoniecznie przez wizualizację, będą miały wpływ na to, co wyświetla wizualizacja – informacje o instalacji są wyświetlane w czasie rzeczywistym. Innym kryterium podziału wizualizacji jest stopień zaawansowania struktury wizualizacji. Można stworzyć jednoekranową wizualizację (wykorzystywane przy wizualizacjach bez odpowiedzi systemu) lub wielopoziomowe menu z możliwością wyboru pomieszczeń z osobnym ekranem wizualizacji i opcjami sterowania dostosowanymi do strefy, której dotyczy dany ekran.

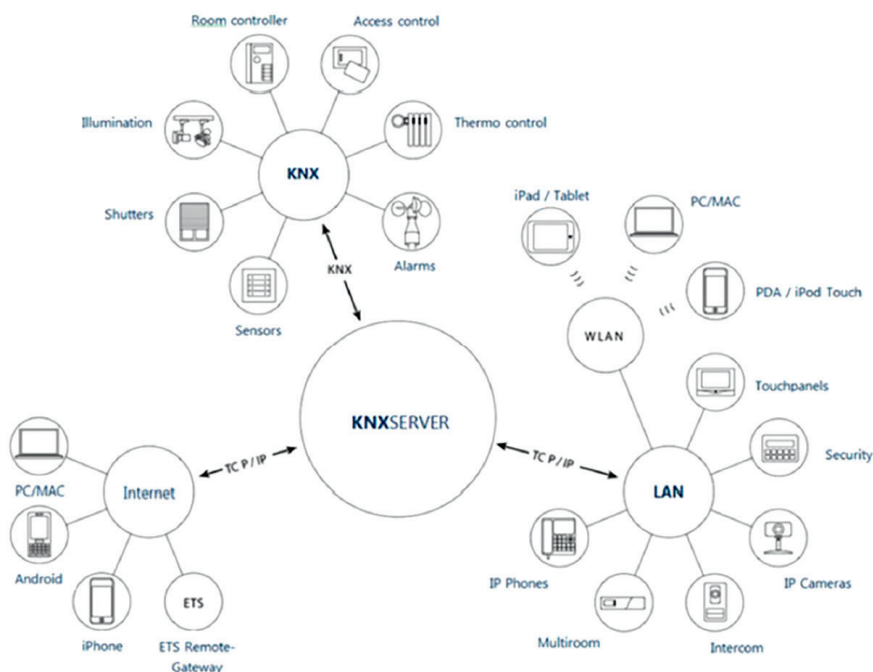
Komfort i intuicyjna obsługa

Sterowanie instalacją inteligentną może sprawiać kłopot użytkownikom, którzy nie wiedzą, jak ona funkcjonuje lub mają styczność z daną instalacją po raz pierwszy. Również zapamiętanie kilku funkcji danego przycisku w konwencjonalnej wizualizacji może być uciążliwe, zwłaszcza, że na panelach przyciskowych znajduje

się zwykle więcej niż 4 przyciski, a każdy reaguje na krótkie i długie przyciśnięcie. Rozwiązaniem tego typu sytuacji okazuje się być wizualizacja instalacji inteligentnej. Zaawansowana wizualizacja, na której ekranie początkowym widnieje plan i opis domu, mieszkania czy też budynku z osobnymi ekranami dla każdego pomieszczenia, z pewnością ułatwi sprawdzenie dostępnych funkcji sterowania w danym pomieszczeniu. To wszystko w połączeniu z obsługą na dotykowym ekranie prowadzi do najbardziej intuicyjnego sposobu obsługi tak skomplikowanego niejednokrotnie układu, jakim jest instalacja inteligentna. Nie ma nic prostszego niż naciśnięcie palcem ikony symbolizującej żarówkę na środku rzutu pokoju, aby uruchomić znajdującą się w nim oprawę oświetleniową, czy naciśnięcie strzałki w dół lub górę przy oknie na planie pokoju, aby regulować położenie rolety. Ponadto wizualizacja wykorzystana na urządzeniu mobilnym pozwala na sterowanie i monitorowanie stanu dowolnych urządzeń w systemie, z dowolnego miejsca w domu – wyłączenie światła na piętrze, obniżenie temperatury ogrzewania może zostać przeprowadzone przez użytkownika w każdej chwili z miejsca, w którym się akurat znajduje.

Integracja kilku systemów automatyki

Zastosowanie wizualizacji do zintegrowania instalacji w systemie umożliwia instalatorowi, a nawet użytkownikowi tworzenie nowych powiązań w systemie inteligentnym budynku (rys. 13.1). Jako że wizualizacja steruje instalacją na podstawie informacji wysyłanych do niej z systemu i poleceń wydawanych przez użytkownika, kluczem do integracji różnych elementów systemu automatyki domowej jest stworzenie powiązań logicznych między nimi. Powiązania logiczne to różnego rodzaju warunki, przykładowo powiązanie czujnika temperatury z systemem sterowania ogrzewaniem lub powiązanie wspomnianego wcześniej kalendarza całorocznego z systemem ogrzewania bądź klimatyzacji. Wystarczy, że informacje z dwóch lub kilku systemów zostaną dostarczone do wizualizacji, aby można było dzięki niej uzależnić bądź uwarunkować wykonanie zaplanowanych zadań.



Rys 13.1. Ilustracja powiązań systemów przez serwer wizualizacji KNXServer firmy Divus
 Źródło: *Materiały informacyjne firmy Divus* <https://www.divus.eu> (2012).

Bezpieczeństwo

Wizualizacja instalacji inteligentnej otwiera szeroką gamę rozwiązań bezpieczeństwa użytkowników instalacji. Przede wszystkim wizualizacja jest w stanie wyświetlać obraz z kamer wideo/wideodomofonu czy kamer nadzoru, a nawet wykorzystując powiązanie logiczne w przypadku nieautoryzowanego wejścia na teren posesji potencjalnego intruza, od razu wyświetlić informację o wtargnięciu z obrazem z kamer. Wszelkie informacje o niebezpieczeństwie mogą być wyświetlane na ekranie każdego urządzenia wizualizacji w postaci komunikatu. Pozwala to na szybką identyfikację rodzaju zagrożenia i przeciwdziałanie mu bądź szybkie podjęcie akcji ratunkowej lub ewakuacyjnej. Sam dźwięk alarmu nie zawsze mówi użytkownikowi o rodzaju zagrożenia lub wymaga zapamiętania, jaki sygnał dźwiękowy odpowiada za pożar, wykrzyce czadu czy wtargnięcie na teren budynku. Informacje o zagrożeniach mogą być przesyłane do użytkownika systemu również w momencie, kiedy znajduje się on poza nim, wymagana jest do tego łączność internetowa.

Programy wspomagające projektowanie wizualizacji w inteligentnym budynku

Obecnie projektowanie czegokolwiek jest niemalże w całości wspomagane komputerowo. Nie inaczej jest w przypadku projektowania wizualizacji – istnieje wiele programów dedykowanych od producentów systemów inteligentnych, takich jak GVS dla urządzeń firmy LCN, DOMITO Manager dla rodzimego systemu DOMITO, czy też programy umożliwiające projektowanie wizualizacji dla standardów otwartych, jak Tebis Control Panel dla systemów KNX. Ponadto, jako że projektowanie wizualizacji to poniekąd projektowanie graficzne, bardzo przydatne dla zwiększenia estetyki projektowanej wizualizacji jest wykorzystanie oprogramowania do edycji grafiki. Umiejętne wykorzystanie programów typu CorelDRAW pozwala wzbogacić wizualizację o ikony i tła inne niż standardowe programu czy widoki poszczególnych pomieszczeń. Wszystkie te programy pracują w środowisku Windows w wersji nie starszej niż Windows XP service pack 2.

Programy do projektowania wizualizacji

Pośród wielu programów do tworzenia wizualizacji w niniejszej pracy przedstawiono dwa pozwalające na stworzenie wizualizacji dla systemów KNX. Program Tebis Visualisation oraz EisBär.

EisBär KNX

Oprogramowanie EisBär firmy Alexander Maier GMBH to nowoczesne i wydajne narzędzie do tworzenia wizualizacji systemów automatyki KNX/EIB. Równie dobrze sprawdza się w zarządzaniu pomieszczeniami, domami oraz wielokondygnacyjnymi budynkami. Program działa w środowisku Windows. Oprogramowanie jest dostępne w trzech wersjach:

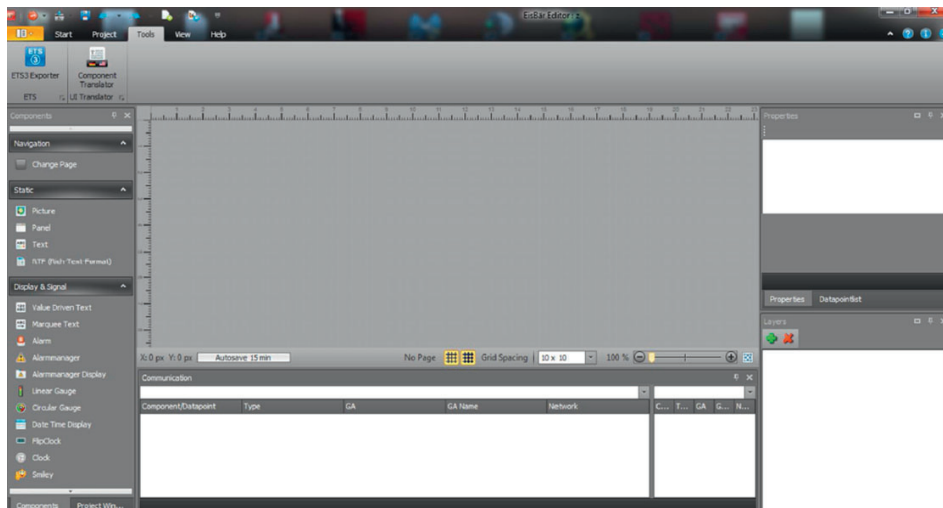
- EisBär KNX Starter – do obsługi maksymalnie 10 stron ekranowych i wizualizacji 500 elementów,
- EisBär KNX Professional – do obsługi maksymalnie 30 stron ekranowych i wizualizacji 3000 elementów,
- EisBär KNX Architekt – do obsługi dowolnej liczby stron ekranowych i elementów wizualizacji.

Licencjonowanie projektu odbywa się poprzez umieszczenie odpowiedniego klucza USB (USB dongle) w komputerze/panelu, na którym ma być uruchomiona wizualizacja.

Dodatkowe funkcje programu umożliwiają obsługę kalendarza: przypomnienie o zaplanowanych zdarzeniach lub automatyczne wykonywanie zaprogramowanych sekwencji działań – scen, scenariuszy, obsługi notesów użytkowników, zostawianie wiadomości, listy zakupów itp.

Ponadto oprogramowanie to pozwala na wyświetlanie w okienku sygnału wideo z kamer CCTV, obsługę wideodomofonów, obsługę kanałów telewizyjnych, wyświet-

tlanie filmów, wysyłanie SMS-ów oraz e-maili. Użytecznymi funkcjami programu są również monitor magistrali KNX, archiwizacja zdarzeń, sterowanie scen z dowolną liczbą wyjść, liczniki, funkcje logiczne, sekwencje oraz przeglądarka stron internetowych (rys. 13.7).



Rys. 13.7. Przykładowe okno programu EisBar KNX

Źródło: Alexander Maier GmbH; Materiały katalogowe firmy; Oprogramowanie EisBär, 2015.

Oprogramowanie jest przyjazne także dla instalatora. Konfiguracja aplikacji jest bardzo łatwa poprzez bezpośredni import danych KNX z ETS oraz prostego przeciągnięcia elementów (*drag-and-drop*). Do uruchomienia nie jest konieczna znajomość metod programowania. Import danych z programu ETS automatyzuje pracę zarówno podczas prac konfiguracyjnych, jak i podczas zmian wprowadzanych w trakcie eksploatacji systemu.

Do projektowania wizualizacji dla systemu LCN służy program LCN-GVS (rys. 13.8). Oprogramowanie to pozwala na przegląd funkcjonalności automatyki poprzez takie urządzenia jak PC, laptop, tablet lub smartfon. Funkcjonalność aplikacji daje użytkownikowi wysoką wygodę oraz łatwość użytkowania.



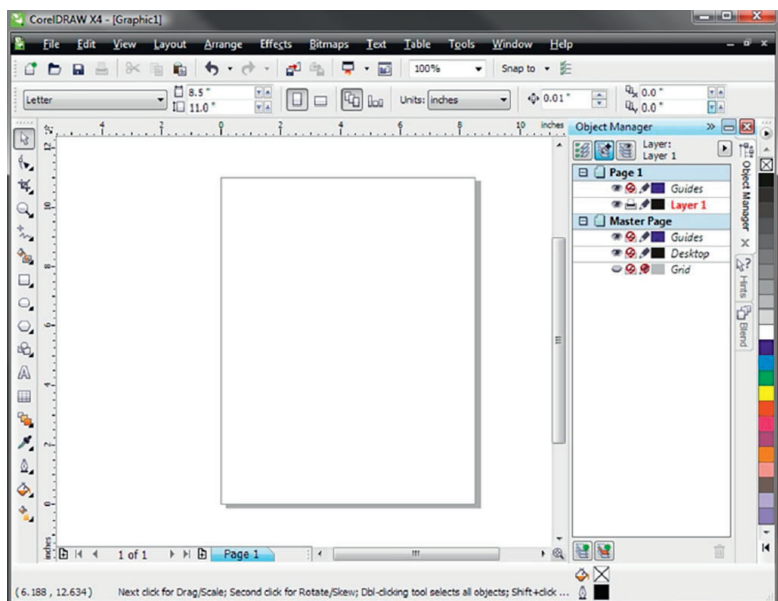
Rys. 13.8. Przykładowe okno programu LCN-GVS

Źródło: Materiały szkoleniowe LCN – www.harveycom.it (2015).

Programy wspomagające tworzenie wizualizacji systemów inteligentnych

CorelDraw

Przy projektowaniu wizualizacji bardzo przydatne okazują się programy do tworzenia i edycji grafik. Zwykle programy do tworzenia wizualizacji nie mają bazy grafik ikon, tekstur i tła (a jeżeli mają, to bardzo ubogą), a korzystanie z nich czyniłoby wszystkie wizualizacje podobnymi. Z pomocą przychodzą programy graficzne, które pozwalają na tworzenia ikon poszczególnych przycisków, interfejsu graficznego menu oraz grafiki tła wizualizacji. Najlepiej w tej sytuacji sprawdzają się programy do grafiki wektorowej niż te do grafiki rastrowej. Głównie dlatego, że grafika wektorowa pozwala na manipulację rozmiarem obrazka bez obaw o jego jakość. W przypadku gdy wizualizację wykonuje się do pracy na urządzeniach o różnych rozdzielczościach wyświetlacza, powiększenie ikon grafiki wektorowej nie będzie stanowiło większego problemu, a w przypadku grafiki rastrowej należałoby tworzyć osobną ikonę dopasowaną do rozdzielczości wizualizacji. Przykładem komercyjnego programu do tworzenia grafiki wektorowej może być produkt kanadyjskiej firmy Corel Corporation – CorelDraw (rys. 13.9).

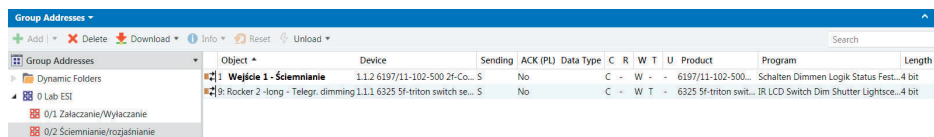


Rys. 13.9. Przykładowe okno programu CorelDraw

Źródło: *Materiały szkoleniowe Corel Corporation (2023).*

ETS KNX/EIB Engineering Tool Software

Oprogramowanie ETS (KNX/EIB Tool Software) jest zestawem narzędzi do projektowania i uruchamiania instalacji KNX/EIB za pomocą komputera pracującego w środowisku Windows (rys 13.10) [59]. ETS jest jedyną neutralną, otwartą i niezależną od wytwórców projektową platformą inżynierską, przeznaczoną dla instalatorów i profesjonalistów ze wszystkich dziedzin zastosowań sektora elektroniki domów i budynków.

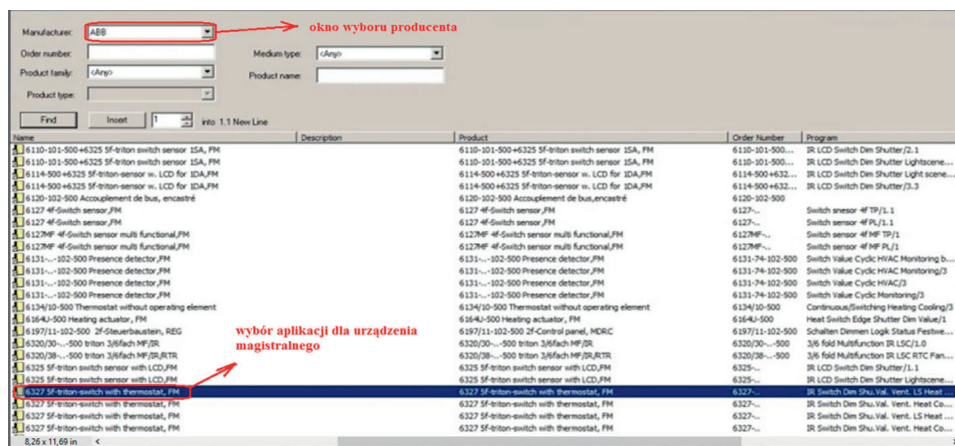


Rys. 13.10. Przykładowe okno programu ETS 5.0

Źródło: Materiały informacyjne z tematyki produktów KNX, KNX Polska, 2021.

Z formalnego punktu widzenia uruchomienie instalacji magistralnej polega na przesłaniu odpowiednich telegramów programujących pamięci EEROM w elementach magistralnych [59]. Nie jest istotne w tym przypadku, w którym miejscu budynku znajdują się aparaty. Ważne jest natomiast zdefiniowanie takiego elementu

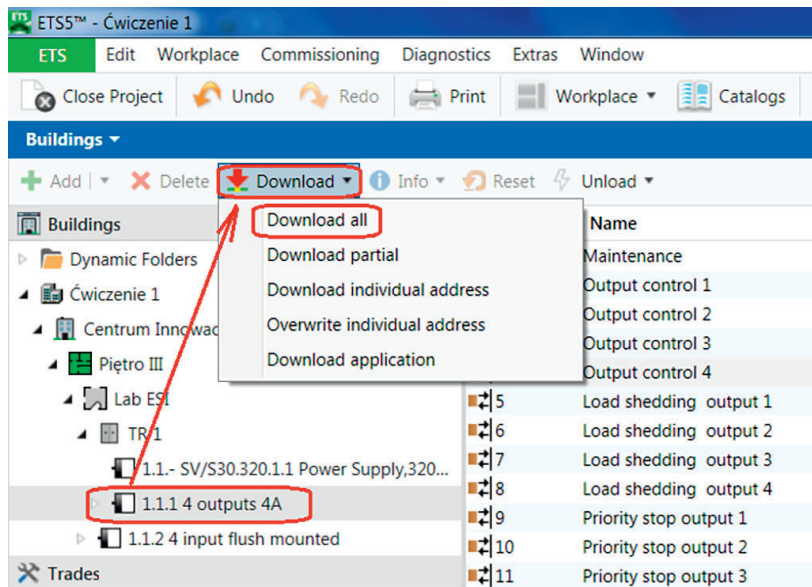
przez podanie jego adresu fizycznego (który określa jego położenie w sieci, nr strefy, nr linii i nr elementu w linii), adresów grupowych (określają funkcję, jaką dany uczestnik sieci ma wykonywać) i podanie odpowiednich parametrów niezbędnych dla poprawnej pracy aparatu i współpracy z magistralą. Opracowanie projektu polega na łączeniu wielu pojedynczych urządzeń w jedną funkcjonalną całość połączoną adresami grupowymi. Programowanie instalacji w ETS należy rozpocząć od dodania urządzeń wchodzących w skład instalacji. Każdy producent urządzeń opartych na standardzie ETS dodaje różne aplikacje do poszczególnych urządzeń magistralnych. Baza danych programu może być w dowolnym momencie powiększona o pojedynczy plik z oprogramowaniem bądź całą bazę aplikacji urządzeń od konkretnego producenta. Dodawanie urządzeń do projektu odbywa się poprzez odnalezienie właściwego programu sterującego urządzeniem w katalogu i dodanie go do projektu (rys. 13.11).



Rys. 13.11. Katalog aplikacji do urządzeń w programie ETS

Źródło: Materiały informacyjne z tematyki produktów KNX, KNX Polska, 2021.

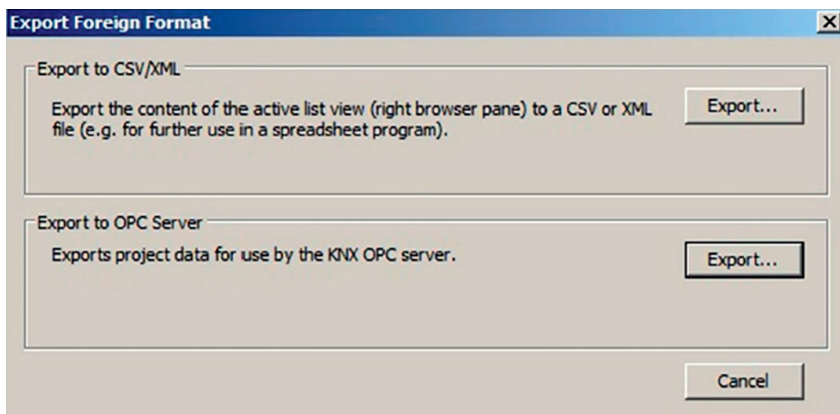
Kolejnym etapem tworzenia projektu w środowisku programistycznym ETS jest ustalenie adresów grupowych oraz fizycznych w instalacji. Adresy grupowe tworzy się, aby łatwiej uzależniać urządzenia od siebie i lokalizować je w instalacji. Adresy fizyczne urządzeń natomiast określają, w które miejsce ma trafić wysłany telegram. Po ustaleniu adresów należy pobrać aplikację do poszczególnych urządzeń, a żeby było to możliwe, trzeba włączyć na programowanym urządzeniu magistralnym tryb programowania. Następnie ściągnąć program oraz adresy grupowe do danego urządzenia. Z pozoru uciążliwa operacja wprowadzania każdego programowanego urządzenia w stan programowania jest operacją jednorazową, ponieważ adres fizyczny jest zapamiętywany w urządzeniu – kolejne modyfikacje programu urządzenia są wgrywane bez potrzeby wejścia w tryb programowania (rys. 13.12).



Rys. 13.12. Okno wgrzywania programu do urządzenia magistralnego w systemie

Źródło: Materiały informacyjne z tematyki produktów KNX, KNX Polska, 2021.

Projekt ETS można eksportować do formatów obsługiwanych przez inne programy, ta opcja jest bardzo przydatna podczas tworzenia wizualizacji – pozwala ominąć krok zapisywania adresów grupowych urządzeń, dzięki którym możliwe jest sterowanie instalacją (rys. 13.13).



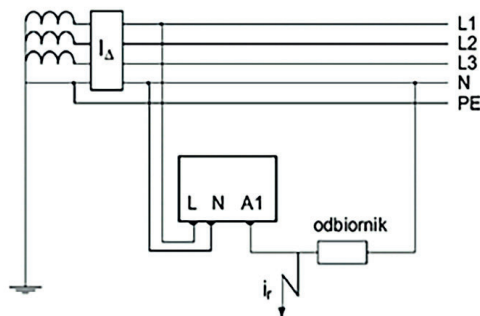
Rys. 13.13. Okno opcji eksportu danych projektu do specjalnych formatów plików

Źródło: Materiały szkoleniowe KNX (2005–2023).

Pakiet programowy ETS jest zbudowany w oparciu o środowisko komponentów do projektowania komputerowego w środowisku Windows, zwane KNX/EIB Tool Environment (ETE) [59]. Ten zbiór interfejsów programowania aplikacji (API – Application Programming Interface) tworzy część standardu KNX/EIB. Standard KNX/EIB nie jest ograniczony do żadnego modelu czy procesora o określonej architekturze. Ogromna ilość dostępnych narzędzi takich jak assembly, kompilatory i emulatory, zarówno shareware jak i pełnowartościowych środowisk programistycznych, może być wykorzystana w dowolnej implementacji. Niektórzy dostawcy systemu KNX/EIB oferują zintegrowane środowiska projektowe, które umożliwiają tworzenie aplikacji w języku ANSI C (wraz z ich debugowaniem) oraz są wyposażone w dedykowaną dla standardu KNX/EIB infrastrukturę programową. Z kolei ETS Developer Edition udostępnia mechanizmy niezbędne do bezproblemowego importu do ETE wyników programowania tworzonych powyższymi narzędziami. Projektant rozwiązań KNX/EIB może uzyskać dostęp do sieci KNX/EIB za pośrednictwem standardowych urządzeń dostępu do magistrali KNX/EIB – BAU z różnymi poziomami integracji (skalowalność). Może też zdecydować się na niezależną, ale kompatybilną z KNX/EIB implementację dla innego, dowolnego układu mikroprocesorowego. Element magistralny (BCU – Bus Coupling Unit) jest najbardziej kompletnym urządzeniem dostępu do magistrali (BAU). Ma ono dostęp do medium, ze szkieletu (firmware) systemu operacyjnego KNX/EIB, posiada zasoby dla aplikacji (CPU, RAM, EEPROM) i pełne interfejsy: zewnętrzny fizyczny (PEI – Physical External Interface) oraz zewnętrzny interfejs wiadomości (EMI – External Message Interface). Element magistralny (BCU) jest umieszczony w kompaktowej, ekranowanej, gotowej do instalacji obudowie. Kształt elementu magistralnego dopasowywany jest do wymogów konkretnej instalacji. Porty magistralne (BCU), odpowiednie dla każdej aplikacji, dostępne są dla wszystkich mediów wykorzystanych w systemie KNX/EIB.

Ochrona przeciwporażeniowa i przeciwprzepięciowa w instalacjach inteligentnych

Instalacje i urządzenia elektryczne, obok spełnienia innych wymogów, powinny zapewniać ochronę przed porażeniem prądem elektrycznym (rys. 13.14). Wymagania w stosunku do instalacji inteligentnych BMS nie są mniejsze niż w instalacjach tradycyjnych. Niemniej przy zabezpieczaniu takich obwodów należy uwzględnić ich specyfikę.



Rys. 13.14. Element sterujący automatyki budynkowej wykorzystany do sterowania odbiornikiem rezystancyjnym. Prąd rażeniowy i_r jest sinusoidalnie przemienny

Źródło: Książkiewicz A.: Wybrane środki ochrony przeciwporażeniowej w systemach automatyki budynkowej, *Elektroonline.pl* 03/2014.

Zabezpieczenia instalacji inteligentnej

Bardzo ważnym elementem dla funkcjonowania instalacji inteligentnej jest jej zabezpieczenie przed wylądowaniami atmosferycznymi ze względu na dużą ilość urządzeń elektronicznych w instalacji. W celu zapewnienia odpowiedniej ochrony przeciwprzebieciowej dąży się do wyrównania potencjałów wewnątrz obiektów. W praktyce wygląda to tak, że łączy się elementy metalowe wszystkich urządzeń z lokalną siecią uziemiającą.

Ochrona przeciwporażeniowa

Instalacja inteligentna uważana jest za instalację bezpieczną dlatego, że zasilana jest niskim napięciem. Charakterystyka instalacji KNX/EIB w zakresie ochrony przeciwporażeniowej polega głównie na znacznie większym stopniu komplikacji z tych instalacji w porównaniu z klasyczną oraz na bliskiej obecności obwodów sieciowych 230 V AC i obwodów sterujących o napięciu 24 V DC (SELV/PELV). Ochrona przeciwporażeniowa w instalacji inteligentnej wymagana jest tylko dla obwodów zasilanych napięciem 230 V AC, natomiast system KNX/EIB pracuje na napięciu 24 V DC i nie wymaga stosowania dodatkowej ochrony przeciwporażeniowej.

Ochrona przeciwporażeniowa obwodu

Systemy automatyki budynkowej HBES (ang. *Home and Building Electronic Systems*) powinny być wykonane w taki sposób, aby dawały jak największe bezpieczeństwo użytkownika nie tylko podczas pracy normalnej, ale również w sytuacjach awaryjnych. Różne rozwiązania techniczne stosowane w systemach automatyki

budynkowej może być przyczyną błędów wynikających ze złego wyjaśnienia zagrożenia porażeniowego. W celu analizy zagrożenia porażeniowego w instalacjach inteligentnych rozwiązania takie można podzielić według następujących grup:

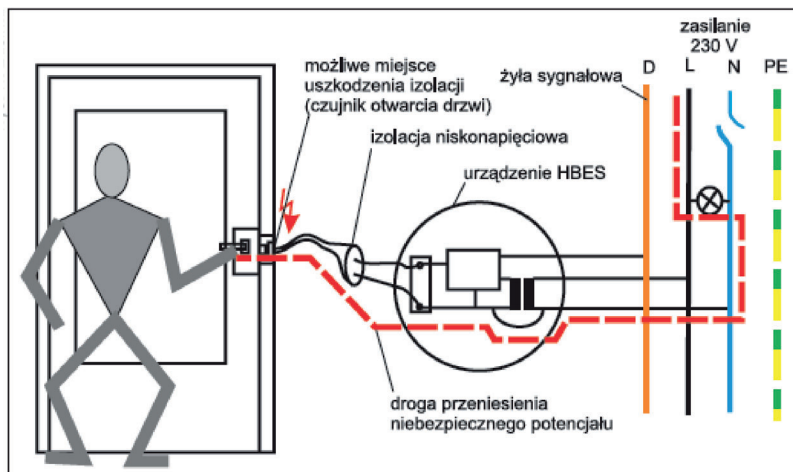
- niezależny obwód energetyczny, niezależny obwód zasilania elektroniki,
- niezależny obwód transmisji danych,
- niezależny obwód energetyczny, wspólny obwód zasilania elektroniki i transmisji danych,
- wspólny obwód energetyczny i zasilania elektroniki, dodatkowe przewody do przesyłu danych połączone galwanicznie z obwodem energetycznym,
- obwód energetyczny wykorzystany do zasilania elektroniki i przesyłu danych,
- przesyłanie danych drogą radiową lub optyczną, zasilanie elektroniki bateryjne lub z sieci energetycznej.

Każda z tych grup wymaga zastosowania innego podejścia do sprawy zapewnienia bezpieczeństwa. Grupy pierwsza i druga posiadają rozdzielone obwody energetyczny i sterujący. Aby uzyskać odpowiedni poziom bezpieczeństwa przed porażeniem w obwodach automatyki budynkowej, w których nośnikami są skrętki lub przewody koncentryczne, stosujemy napięcie bezpieczne SELV lub PELV. Jeżeli jest potrzeba połączenia obwodów SELV z ziemią, to powinno wykonać się to połączenie w taki sposób, aby nie pogarszać właściwości ochronnych obwodów SELV, czyli należy łączyć je z ziemią przez impedancję o takiej wartości, aby prąd płynący przez nią nie przekraczał 0,5 mA przy prądzie przemiennym i 2 mA przy prądzie stałym. Sąsiedztwo obwodów energetycznych i sterujących powoduje to, że należy zwracać uwagę na odpowiedni poziom izolacji pomiędzy tymi obwodami. Przyjęto, że rozdzielenie elektryczne między obwodami SELV i PELV a obwodami wyższego napięcia powinno być nie gorsze niż między obwodem pierwotnym i wtórnym transformatora bezpieczeństwa. Dozwolone jest prowadzenie obok siebie przewodów HBES i sieci zasilającej o napięciu do 230V/400 V tylko w przypadku, kiedy przewód obwodu HBES posiada odpowiednią wytrzymałość elektryczną izolacji. Pomiar wytrzymałości elektrycznej izolacji robiony jest napięciem 2 kV AC 50 Hz/5 min, albo 4 kV AC 50 Hz/1 min, przyłożonym pomiędzy połączone razem żyły i ekran oraz zewnętrzną powierzchnię osłony zanurzonej w wodzie. Jeżeli kable nie spełniają tych wymogów, to powinny być układane z zachowaniem odpowiedniej odległości, co najmniej 10 mm pomiędzy zewnętrznymi powierzchniami kabli.

Odpowiednie rozdzielenie można również zapewnić umieszczając obwody SELV i PELV w osłonie izolacyjnej niezależnej od izolacji podstawowej lub obwody o różnych napięciach powinny być oddzielone od siebie uziemionymi metalowymi ekranami lub uziemionymi osłonami. Zasady wykonywania instalacji w tej technologii podaje odpowiednia norma.

Największy problem z bezpieczeństwem pojawia się w przypadku trzeciej grupy instalacji – wspólny obwód energetyczny i zasilania elektroniki, dodatkowe prze-

wody do przesyłu danych są połączone galwanicznie z obwodem energetycznym. Podstawowym zabezpieczeniem jest zabezpieczenie podobne jak w tradycyjnej instalacji – samoczynne wyłączanie zasilania. Niestety mogą pojawić się dodatkowe przewody służące do przesyłu danych. W tym przypadku bardzo ważne jest odpowiednie przyłączenie przewodu neutralnego i fazowego. Często urządzenia automatyki budynkowej posiadają dodatkowo przyłączone czujniki (np. kontaktrony). Wyposażone są one często w przewody przyłączeniowe nieprzystosowane do napięcia sieciowego, natomiast złącza czujników mogą być na potencjale sieciowym, oczywiście najczęściej na potencjale przewodu neutralnego. Podczas normalnej pracy niczemu to nie zagraża, ale po przerwaniu przewodu neutralnego w dowolnym punkcie danego obwodu na przewodach czujników może pojawić się potencjał przewodu fazowego, co może prowadzić do uszkodzenia izolacji tych przewodów i przeniesienia napięcia na przewodzące elementy dostępne, na przykład na klamkę drzwi, co pokazano na rys. 13.15.



Rys. 13.15. Powstanie zagrożenia przy nieodpowiedniej izolacji czujników

Źródło: PN-IEC 742+A1:1997 *Transformatory separacyjne i transformatory bezpieczeństwa. Wymagania* [65].

Wyjściem z takiej sytuacji są czujniki z izolacją podwójną lub wzmocnioną na napięcie 230 V. Najlepszymi grupami ze względu na ochronę przeciwporażeniową są dwie ostatnie: obwód energetyczny wykorzystany do zasilania elektroniki i przesyłu danych i przesyłanie danych drogą radiową lub optyczną, zasilanie elektroniki bateryjne lub z sieci energetycznej. Jeżeli urządzenia są zasilane z baterii, która ma najczęściej bardzo niskie napięcie, to nie musimy stosować żadnych środków ochrony przeciwporażeniowej. W przypadku gdy urządzenia automatyki są zasilane z sieci energetycznej, stosujemy środki ochrony przeciwporażeniowej przewidziane dla takiej sieci.

Ochrona przeciwporażeniowa urządzeń magistralnych

Podstawową ochroną dla urządzeń magistralnych powinna być budowa takiego urządzenia. Urządzenie magistralne powinno być zaprojektowane w taki sposób aby zapewnione było odpowiednie rozdzielenie zabezpieczające pomiędzy siecią zasilającą lub innymi napięciami niebezpiecznymi, a obwodami SELV lub PELV. Rozdzielenie to powinno być co najmniej na poziomie takim jak zabezpieczane są transformatory ochronne. Odpowiednie zabezpieczenie urządzeń magistralnych powinno spełniać następujące warunki:

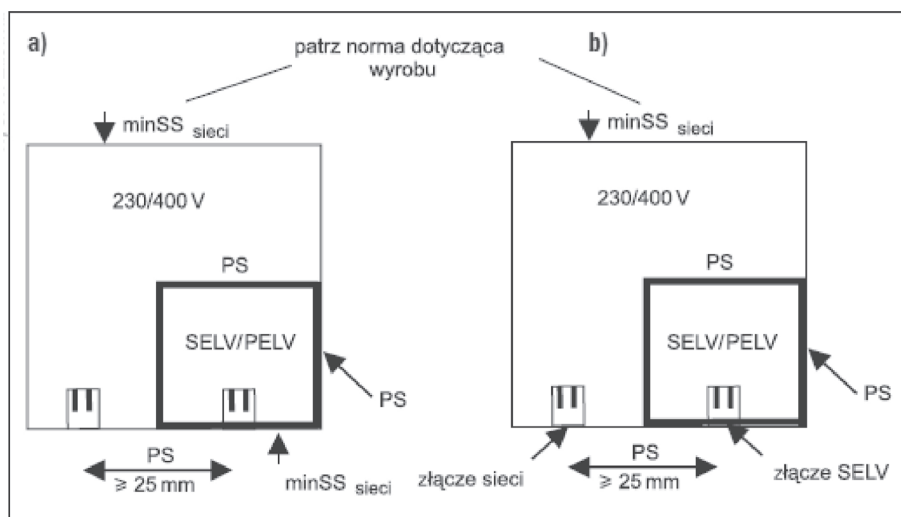
- wytrzymałość elektryczna pomiędzy siecią zasilającą a obwodami SELV/PELV powinna wynosić 3750 V, a rezystancja 5 MW,
- wytrzymałość elektryczna izolacji podstawowej lub dodatkowej powinna wynosić 1875 V, a rezystancja 2 MW, wytrzymałość elektryczna izolacji wzmocnionej między korpusem a częściami czynnymi powinna wynosić 3750 V, a rezystancja 7 MW. Rozdzielenie to może być uzyskane za pomocą jednej z metod przedstawionych w tabeli 13.1.

Tabela 13.1. Metody stosowane w celu zapewnienia zabezpieczającego rozdzielania izolacji.

Objaśnienia: U_R – znamionowe napięcie izolacji dla urządzeń sieciowych, np. 250 V, lub dla kabli sieciowych, np. 300/500 V

Rodzaj obwodu	Izolacja
Sieć 230/400 V, np. urządzenia HBES stosowane w sieciowych tablicach rozdzielczych lub w połączeniu z urządzeniami sieciowymi.	<ul style="list-style-type: none"> • Podstawowa izolacja dla napięcia U_R i dodatkowa izolacja na U_R • Podstawowa izolacja dla napięcia U_R zastosowana podwójnie • Podstawowa izolacja dla napięcia U_R i ekran połączony z uziemieniem ochronnym • Podstawowa izolacja dla napięcia U_R i dodatkowa zewnętrzna izolacja
Inne obwody niebędące SELV/PELV o napięciach mniejszych niż napięcie sieci zasilającej	<ul style="list-style-type: none"> • Podwójna lub wzmocniona izolacja dla U_R odpowiednia dla metod stosowanych w środowisku sieci zasilającej
SELV/PELV, np. urządzenia HBES zawierające jedynie obwody SELV/PELV, znajdujące się w tej samej obudowie z innym sprzętem zawierającym także jedynie SELV/PELV, lub są montowane daleko od obwodów innych niż SELV/PELV	<ul style="list-style-type: none"> • Podstawowa izolacja dla napięcia U_R

Zgodnie z tabelą 13.1 urządzenia automatyki budynku powinny mieć taką budowę, aby dany poziom bezpieczeństwa poprzez stosowanie odpowiedniej izolacji zarówno względem otoczenia zewnętrznego, jak i wewnątrz urządzenia, pomiędzy obwodami SELV/PELV, a innymi obwodami, na przykład obwodami sieciowymi 230/400 V. Wykonuje się to różnymi sposobami, w zależności od miejsca stosowania urządzenia HBES. W przypadku pojedynczych urządzeń, zasilanych z sieci i podłączonych do obwodu SELV/PELV, dla których mamy pewność, że wszystkie części czynne będące pod napięciem sieciowym mają co najmniej izolację podstawową, możemy stosować układ izolacji przedstawiony na rys. 13.16 a.

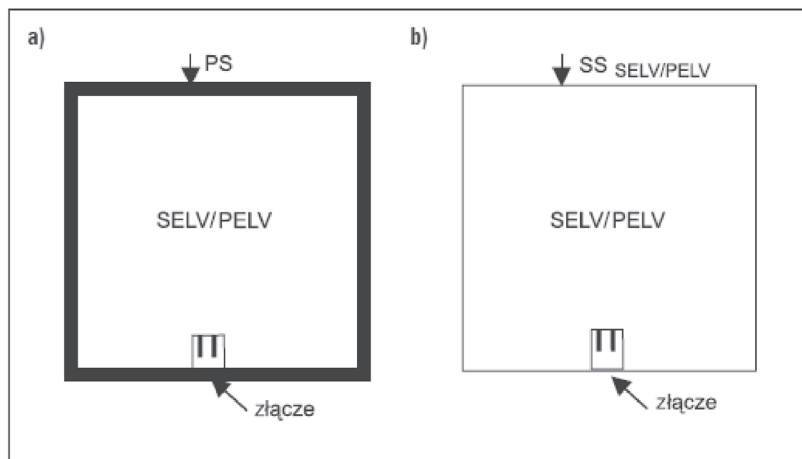


Rys. 13.16 a, b. Rozdzielenie zabezpieczające dla urządzeń HBES montowanych oddzielnie, zasilanych z sieci i podłączonych do obwodu SELV/PELV, gdzie: SS – prosta separacja (podstawowa izolacja dla napięcia znamionowego izolacji), PS – separacja ochronna (podwójna izolacja lub wzmocniona izolacja dla napięcia znamionowego izolacji w środowisku sieciowym)

Źródło: PN-EN 50090-2-2:2002/A1:2004, Domowe i budynkowe systemy elektroniczne (HBES). Część 2-2: Przegląd systemu. Ogólne wymagania techniczne (Zmiana A1).

W tym przypadku izolacja podwójna lub wzmocniona zastosowana jest tylko pomiędzy wewnętrznymi obwodami SELV/PELV a wewnętrznymi obwodami sieciowymi. Izolacja zewnętrzna wykonana jest jako izolacja podstawowa na napięcie sieciowe. Oczywiście odległość pomiędzy zaciskami obwodu SELV/PELV a zaciskami obwodu sieciowego powinna spełniać wymogi separacji ochronnej, czyli dla napięcia sieciowego 230/400 V nie może być mniejsza niż 25 mm. Gdy w pobliżu urządzenia HBES mogą znajdować się nieosłonięte części czynne o napięciu sieciowym, to również powierzchnie zewnętrzne obwodów SELV/PELV powinny posiadać izolację podwójną lub wzmocnioną, tak jak przedstawiono to na rys. 13.16 b.

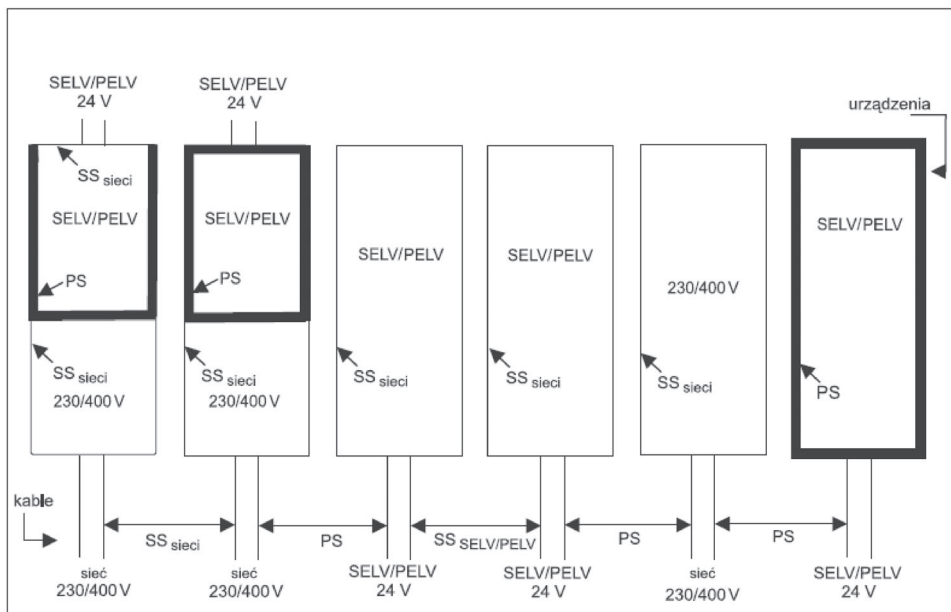
Jeżeli pojedyncze urządzenie HBES zawiera tylko obwody SELV/PELV, ale jest przeznaczone do stosowania w instalacjach, w których występuje napięcie sieciowe, to powinno mieć izolację podwójną lub wzmocnioną dla napięcia sieciowego (rys. 13.17 a). Urządzenie takie może mieć tylko izolację podstawową na napięcie SELV/PELV, ale musi być wyraźnie oznaczone, że może być stosowane tylko w instalacjach SELV/PELV (rys. 13.17 b).



Rys. 13.17 a, b. Rozdzielenie zabezpieczające dla urządzeń HBES montowanych oddzielnie, zawierających tylko obwody SELV/PELV, gdzie: SS – prosta separacja (podstawowa izolacja dla napięcia znamionowego izolacji), PS – separacja ochronna (podwójna izolacja lub wzmocniona izolacja dla napięcia znamionowego izolacji w środowisku sieciowym)

Źródło: PN-EN 50090-2-2:2002/A1:2004, Domowe i budynkowe systemy elektroniczne (HBES). Część 2-2: Przegląd systemu. Ogólne wymagania techniczne (Zmiana A1).

W przypadku montowania urządzeń HBES w tablicach rozdzielczych lub szafkach, należy również przestrzegać zasad przedstawionych w tabeli 13.1. Zasady koordynacji izolacji przy różnych kombinacjach umieszczonych obok siebie urządzeń HBES przedstawiono na rys. 13.18.



Rys. 13.18. Rozdzielenie zabezpieczające dla urządzeń HBES montowanych obok siebie, gdzie: SS – prosta separacja (podstawowa izolacja dla napięcia znamionowego izolacji), PS – separacja ochronna (podwójna izolacja lub wzmocniona izolacja dla napięcia znamionowego izolacji w środowisku sieciowym)

Źródło: PN-EN 50090-2-2:2002/A1:2004, Domowe i budynkowe systemy elektroniczne (HBES). Część 2-2: Przegląd systemu. Ogólne wymagania techniczne (Zmiana A1).

Na rysunku można dostrzec, że wszystkie urządzenia magistralne montowane w rozdzielnicach muszą mieć izolację podstawową obudowy zewnętrznej przystosowaną do napięcia sieciowego (230/400 V) nawet wówczas, gdy są urządzeniami SELV/PELV. W praktyce urządzenia te najczęściej są przystosowane do montowania na szyny montażowe 35 mm. Producenci starają się, aby obwody SELV/PELV znajdowały się po jednej stronie obudowy, a obwody sieci energetycznej – po przeciwnej. Pozwala to na takie rozmieszczenie urządzeń, aby obwody SELV/PELV nie miały styczności z innymi obwodami, co znacznie zwiększa bezpieczeństwo, gdyż nawet wysunięcie się przewodu spod zacisku nie doprowadzi do zetknięcia się przewodów różnych obwodów. Niektóre systemy, np. KNX/EIB, wykorzystują do połączeń między modułami specjalne szyny montażowe 35 mm wyposażone w tory prądowe obwodów SELV. W takim przypadku trzeba pamiętać, aby nieobsadzone w pełni szyny chronić przed zetknięciem z innymi obwodami wykorzystując specjalne osłony izolacyjne.

Następnym czynnikiem poprawiającym bezpieczeństwo jest jakość montażu podczas wykonywania instalacji (tabela 13.2). Jest to efektem bezpośredniego sąsiedztwa obwodów o napięciu 230 V AC i obwodów o niskim napięciu SELV. Podczas montażu monter musi zadbać o to, aby nie pogorszyć separacji pomiędzy tymi obwodami. Należy zwrócić uwagę w szczególności na obwody, w których jest zdejmowana warstwa izolacji. Należy pamiętać, aby między obwodami sieciowymi a obwodami SELV zawsze znajdowała się izolacja podwójna lub wzmocniona.

Tabela 13.2. Awarie występujące w inteligentnych instalacjach oraz sposoby ich rozwiązania

Rodzaj zakłócenia	Przyczyna zakłócenia	Skutek zakłócenia	Rozwiązanie problemu
Przetężenie	<ul style="list-style-type: none"> System zasilający Przeciążenie Rozruch dużych odbiorników Wzajemne połączenie elementów instalacji 	<ul style="list-style-type: none"> Przeciążenie kabli i linii Wyzwalanie urządzeń zabezpieczających Wyłączenie zasilania Zagrożenie pożarowe Nienadające się do naprawy uszkodzenie różnych urządzeń 	<ul style="list-style-type: none"> Zmiana struktury zasilania Powiększenie mocy zwarciowej Zmiana elementów wyposażenia Monitoring prądów (nadmiarowych)
Prąd nadmiarowy	<ul style="list-style-type: none"> System zasilający Zadziałanie bezpieczników Przerwa w obwodzie elektrycznym 	<ul style="list-style-type: none"> Przestój urządzeń Zatrzymanie lub przestój produkcji Wyłączanie styczników Wadliwe działanie urządzeń Przegrzewanie silników Zagrożenie pożarowe 	<ul style="list-style-type: none"> Zmiana struktury zasilania Monitoring prądów (nadmiarowych)
Przerwa w przewodzie PE	<ul style="list-style-type: none"> Przerwa w obwodzie elektrycznym Wadliwa instalacja 	<ul style="list-style-type: none"> Ryzyko porażenia Wadliwe działanie urządzeń zabezpieczających 	<ul style="list-style-type: none"> Regularne inspekcje Monitoring prądu w przewodzie PE (kontrola ciągłości PE)

Rodzaj zakłócenia	Przyczyna zakłócenia	Skutek zakłócenia	Rozwiązanie problemu
<p>Wyższe harmoniczne</p>	<ul style="list-style-type: none"> Odbiory nieliniowe (zasilacze impulsowe, regulatory oświetlenia, falowniki, itp.) 	<ul style="list-style-type: none"> Przeciążenie kabli i linii Przegrzewanie się urządzeń Poważne uszkodzenia urządzeń, szczególnie silników i kondensatorów Zagrożenie pożarowe Przesunięcie punktu neutralnego zasilania 	<ul style="list-style-type: none"> Zwiększenie przekroju przewodu N Stosowanie filtrów Zmodyfikowanie rozmieszczenia urządzeń Monitorowanie prądu w przewodzie N
<p>Duże prądy różnicowe</p>	<ul style="list-style-type: none"> Uszkodzenie izolacji Zbyt duża liczba odbiorników podłączona do jednego obwodu 	<ul style="list-style-type: none"> Zanik zasilania Zagrożenie pożarowe Ryzyko porażenia Wyzwalanie urządzeń zabezpieczających Nieprawidłowe działanie różnych urządzeń 	<ul style="list-style-type: none"> Wybór odpowiedniej struktury zasilania Wybór odpowiednich urządzeń zabezpieczających przed porażeniem Regularne inspekcje obiektu Monitoring prądów różnicowych w różnych częściach obiektu
<p>Prądy błędzące</p>	<ul style="list-style-type: none"> Powielanie uziemienia Stosowanie systemu TN-C 	<ul style="list-style-type: none"> Niewytłumaczalne zakłócenia Wylączenie urządzeń Migotanie ekranów monitorów Zakłócenia w pracy sieci sterowniczych Zakłócenia w pracy instalacji teletechnicznych Korozja elementów metalowych Smog elektryczny 	<ul style="list-style-type: none"> Stosowanie systemu TN-S Wykonanie tylko jednego centralnego uziemienia Monitorowanie prądu w centralnym punkcie uziemienia Monitorowanie prądów błędzących

Zarządzanie bezpieczeństwem elektrycznym w inteligentnych budynkach

Budynek inteligentny jest połączeniem wielu współpracujących ze sobą instalacji, a są to: elektryczne silnoprądowe, niskoprądowe, sieci magistralne, sieci komputerowe. Urządzeniami, które najczęściej powodują zakłócenia, są komputery z UPS-ami, oświetlenie elektroniczne, zasilacze impulsowe, napędy z regulacją częstotliwości. Po drugiej stronie spotykamy się z urządzeniami, które łatwo ulegają zakłóceniom. Zakłócenia powodują ich nieprawidłowe działanie. Urządzeniami takimi są: sieci komputerowe i przesyłu danych, sieci telefoniczne i teletechniczne, sterownicze, przeciwpożarowe i kontroli dostępu.

Bliskie umieszczenie urządzeń wysyłających zakłócenia i urządzeń czułych na zakłócenia powoduje powstanie takich problemów jak:

- niebezpieczeństwo porażenia,
- wahania napięcia,
- korozje rurociągów, metalowych konstrukcji budynku, systemów odgromowych,
- zakłócenia w systemach telekomunikacyjnych i przeciwpożarowych,
- niepożądane zadziaływanie zabezpieczeń,
- wzrost ryzyka pożaru,
- błędy przy przesyłaniu danych,
- uszkodzenia urządzeń i systemów komputerowych oraz interfejsów.

POZIOM 1

Jest to poziom obiektu, czyli stosowanie odpowiednich urządzeń lub systemów monitorujących te elementy instalacji, które w sposób bezpośredni wpływają na bezpieczeństwo i niezawodność zasilania. Urządzenia monitorujące umieszczane są zwykle w rozdzielnicach elektrycznych zasilających – głównej i końcowych tablicach odbiorczych.

POZIOM 2

Jest to poziom komunikacji. Oznacza to, że wszystkie urządzenia i systemy monitorujące muszą być spięte wspólną magistralą komunikacyjną, dzięki której następuje wymiana informacji pomiędzy poszczególnymi elementami oraz możliwość wprowadzenia ich do poziomu trzeciego.

POZIOM 3

Poziom zarządzania obiektem przez nadrzędne systemy sterowania. Mogą to być systemy wspólne z całą automatyką budynku lub też dedykowane dla określonych zastosowań, np. kontroli bezpieczeństwa instalacji elektrycznych. Informacja powinna być pełna, tzn. zawierać dane o alarmach, wartościach pogodowych, prognozach, jakości energii itd. Poziom zarządzania powinien mieć możliwość wymiany informacji w dwóch kierunkach tzn. odbiór jak i wysyłanie informacji do

zmiany parametrów obiektu z systemu nadrzędnego. Taka pełna wymiana informacji między pierwszym i trzecim poziomem zarządzania bezpieczeństwem budynku pozwala na zgromadzenie wszystkich niezbędnych informacji. Użytkownik posiadający takie informacje jest w stanie podejmować szybkie decyzje minimalizuje ryzyko wystąpienia awarii.

14. Efektywne sterowanie oświetleniem i ogrzewaniem w systemach inteligentnych

Energooszczędność jest największym wyzwaniem dla współczesnego przemysłu budowlanego. Możliwości oszczędzania energii poszukuje się we wszystkich stadiach powstawania i istnienia budynku. Budynek inteligentny dzięki zastosowaniu automatyki pozwala na stałe monitorowanie pracy urządzeń i zarządzanie zużyciem energii w trakcie eksploatacji.

Optymalizacja zużycia energii w budynkach powinna opierać się na:

- korzystaniu z energii tylko wtedy, gdy jest to konieczne,
- ilości energii potrzebnej do użytkowania powinna być utrzymana na racjonalnie niskim poziomie,
- korzystaniu z energii przy jak największej wydajności.

Świadome zużywanie energii zapewnia zabezpieczenie na przyszłość oraz prowadzi do tego, że dom staje się bardziej ekonomiczny. Nie można jednak jednoznacznie określić, na jakim poziomie możliwe są oszczędności energii. Zależy to od wielu czynników. Rzeczywiste oszczędzanie energii rozpoczyna się już na etapie projektowania budynku.

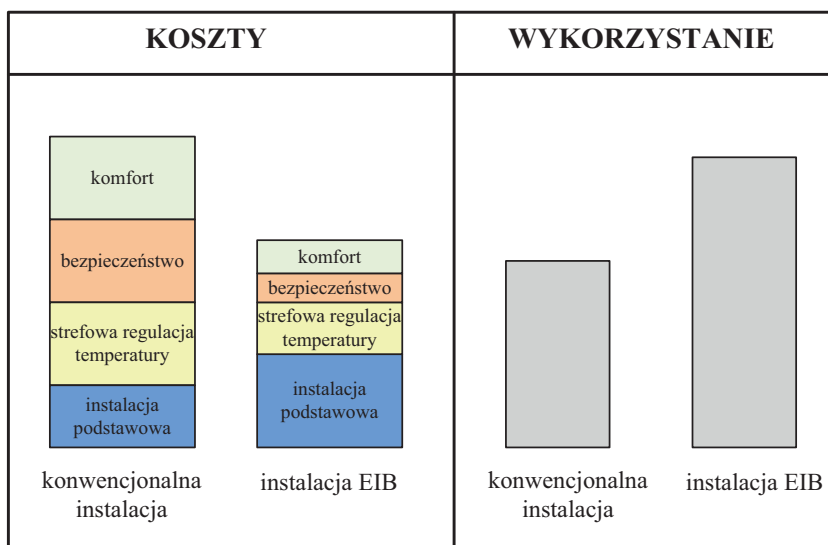
Budynek inteligentny, czyli m.in. taki, w którym został wprowadzony system KNX/EIB, umożliwia świadome oszczędzanie energii. Systemy monitorowania budynków, m.in. instalacje HVAC umożliwią prowadzenie działań zmierzających do oszczędności energii i wody w budynkach, a także ograniczenie szkodliwej emisji do środowiska.

Wykonanie instalacji inteligentnej wiąże się oczywiście z większymi kosztami niż w przypadku tradycyjnych instalacji. Jednak tak jak w przypadku oszczędności energii, tak i tu nie można jednoznacznie określić, o ile koszty te są większe niż instalacja konwencjonalna. Porównanie obu tych instalacji jest rzeczą względną. Wszystko zależy od indywidualnych potrzeb inwestora. Jeżeli system KNX/EIB będzie zastosowany tylko do sterowania oświetleniem, to będzie on droższy od tradycyjnej instalacji. Jeśli jednak istnieje potrzeba zastosowania takich systemów jak: sterowanie roletami, ogrzewaniem, zarządzanie energią i centralnego sterowania, wtedy system KNX/EIB oferuje prostą i niedrogą możliwość połączenia ich w jeden system. Efekt będzie podobny jak w przypadku zastosowania tradycyjnej instalacji, jednak komfort użytkownika obiektu będzie zdecydowanie większy. Wiąże się to z tym, że system KNX/EIB integruje wszystkie instalacje w budynku, np. jeśli zostanie załączona czujka dymu, to informacja ta zostanie wysłana nie tylko do systemu alarmowego, ale również do systemu wentylacji. Budynek mieszkalny, w którym wykorzystany został system KNX/EIB, w porównaniu z technikami tradycyjnymi, pozwala zredukować koszty ponoszone na prace instalacyjno-montażowe, ponieważ okablowanie jest prostsze i tańsze, koordynację

współdziałania różnego rodzaju instalacji, uruchomienie, eksploatację i utrzymanie oraz modernizację systemu. Choć nie można jasno określić, na jakim poziomie kształtują się oszczędności energii wynikające z tego, że w budynku wykorzystany został system KNX/EIB, to z pewnością taki budynek ma więcej możliwości do racjonalnego wykorzystywania energii. W budynkach inteligentnych wykorzystuje się wszelkie możliwe sposoby oszczędzania energii. Oferuje się wysoki poziom jakości komfortu mikroklimatu środowiska zbudowanego przy maksymalnie niskim zużyciu energii na ten cel.

Niektóre źródła literatury wyraźnie wskazują na istotne możliwości optymalizacji dotyczące zmniejszenia zużycia energii dzięki wykorzystaniu nowoczesnych instalacji elektrycznych.

Przykładowy podział kosztów inwestycyjnych oraz późniejsze wykorzystanie systemu KNX/EIB przedstawia rysunek 14.1.



Rys. 14.1. Przykładowy podział kosztów oraz wykorzystania systemu KNX/EIB

Źródło: Materiały katalogowe z tematyki produktów i systemów niskich napięć firmy ABB, 2022.

Dla procesów eksploatacji ważne są następujące drogi zmierzające do oszczędzania energii:

- monitoring i automatyczna kontrola zużycia energii (wyłączanie światła i ogrzewania uwzględnienie w bilansie cieplnym ciepła emitowanego przez urządzenia i ludzi),
- stosowanie nowoczesnych technologii energooszczędnych ogrzewania, chłodzenia, klimatyzacji i wentylacji budynków (np. wykorzystanie pomp ciepłych),

- stosowanie aktywnych systemów fotowoltaicznych, wykorzystywania energii słonecznej,
 - wykorzystywanie alternatywnych źródeł energii, jak: słońce, wiatr, fale morskie, ciepło ziemi i wód gorących,
 - stosowanie rozwiązań hybrydowych w zakresie wentylacji, chłodzenia i ogrzewania.
- Ogółem wyniki te pokazują, że średnie oszczędności wynikające z zarządzania energią wynoszą od 11% do 31% (tabela 14.1).

Tabela 14.1. Średnie wartości oszczędności energii dotyczące poszczególnych systemów

Rodzaj sterowania	Oszczędność
Sterowanie ogrzewaniem pokoju	14–25%
Automatyzacja ogrzewania	7–17%
Sterowanie żaluzjami	9–32%
Sterowanie oświetleniem	25–58%
Sterowanie wentylacją	20–45%

Budynek, w którym wykonany został system KNX/EIB, umożliwia racjonalne zarządzanie energią, a to może prowadzić do pewnych oszczędności energii. Dzieje się to dzięki zastosowaniu zintegrowanego systemu automatyki budynkowej polegającej na monitorowaniu i sterowaniu wszystkimi urządzeniami w systemie.

Oszczędność energii wynikająca ze sterowania oświetleniem

Sterowanie oświetleniem elektrycznym polega na włączaniu, wyłączaniu oraz ściemnianiu bądź rozjaśnianiu oświetlenia elektrycznego. Realizowane może być w różny sposób, począwszy od ręcznego sterowania wykonywanego przez użytkownika aż do samoczynnego sterowania.

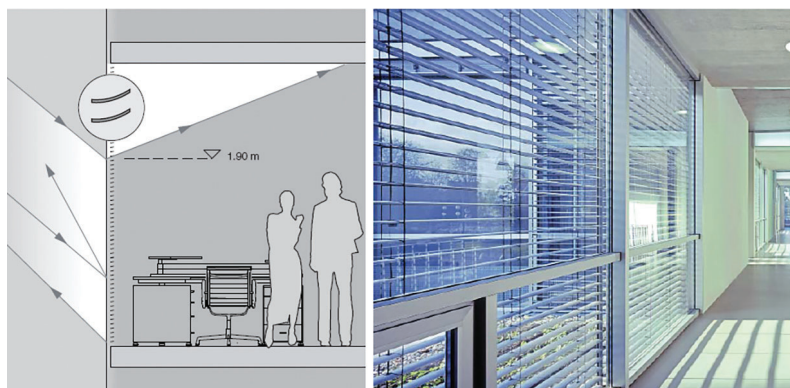
Nowoczesne systemy sterowania określa się często mianem „inteligentnych”, gdyż samoczynnie dostosowują poziom emitowanego światła elektrycznego do zmian udziału (poziomu) światła dziennego, tak aby na płaszczyźnie roboczej utrzymać stały, zadany poziom natężenia oświetlenia, automatycznie wyłączają oświetlenie elektryczne, gdy przez zadany przez użytkownika czas nikt nie przebywa w pomieszczeniu oraz włączają oświetlenie w momencie, gdy użytkownik wchodzi do pomieszczenia.

Sterowanie natężeniem oświetlenia powinno uwzględniać porę dnia, a także aktualne nasłonecznienie, możliwość automatycznego załączania oświetlenia tylko w momencie, gdy w pomieszczeniu znajduje się człowiek, tworzenie scen świetlnych, czyli aranżacji oświetleniowych zaplanowanych według indywidualnych preferencji użytkowników.

Sterowanie roletami – optymalne wykorzystanie światła dziennego

Głównym zastosowaniem systemów sterowania roletami jest przeciwdziałanie dostępowi bezpośredniego oświetlenia przez promienie słoneczne płaszczyzny pracy. Systemy te pozwalają na wpływanie na dostęp światła dziennego wewnątrz pomieszczeń.

Efektywnym rozwiązaniem jest sterowanie kątem otwarcia lameli rolety w celu uwzględnienia pozycji słońca w ciągu dnia. Systemy rolet stosowane są w budynkach w celu ochrony przed słońcem. Jeśli w pomieszczeniu jest za ciemno, nie jest konieczne załączanie sztucznego oświetlenia, ponieważ bardziej wydajnym rozwiązaniem jest automatyczne sterowanie kątem żaluzji, biorąc pod uwagę położenie słońca. Przykład takiego położenia żaluzji przedstawiony jest na rysunku 14.2. Żaluzje są otwarte w taki sposób, aby był dostęp do światła dziennego, a jednocześnie do pomieszczenia nie wpadało oślepiające światło. Dzięki temu sterowanie oświetleniem staje się jeszcze bardziej wydajne i ekonomiczne.



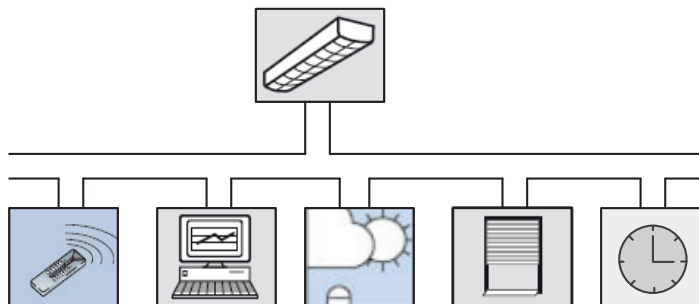
Rys. 14.2. Sterowanie roletami – schematyczny przykład sterowania kątem żaluzji w zależności od położenia słońca

Źródło: Materiały katalogowe z tematyki produktów i systemów niskich napięć firmy ABB, 2022.

Stwierdzono, że połączenie tego sterowania z kontrolą obecności w pomieszczeniach pozwala na oszczędność 40% zużycia energii w porównaniu ze sterowaniem ręcznym.

Przez sterowanie oświetleniem w systemie KNX/EIB rozumie się: automatyczne włączanie, wyłączanie, ściemnianie, rozjaśnianie lub utrzymywanie ustalonego natężenia oświetlenia źródeł światła. Do sterowania oświetleniem można dodać również sterowanie żaluzjami lub roletami okiennymi, co umożliwi dodatkowo odpowiednie porcjowanie natężenia naturalnego światła dziennego. Konieczność oszczędzania energii elektrycznej, a także potrzeba stworzenia odpowiednich warunków do pracy spowodowały powstanie i szerokie zastosowanie systemów sterowania oświetleniem.

W porównaniu z tradycyjną instalacją w budynku z systemem KNX/EIB możliwe są oszczędności energii dzięki sterowaniu oświetleniem, jednak nie można jednoznacznie stwierdzić, na jakim poziomie są to oszczędności, ponieważ zależą one od wielu czynników. W domach, gdzie wykorzystany został system KNX/EIB, możliwa jest rozbudowa systemu sterowania oświetleniem, pozwalająca na pełne wykorzystanie funkcji oświetleniowych, ale również pozwalająca na współpracę z innymi systemami budynku, m.in. z systemem sterowania żaluzjami i roletami. Możliwości sterowania oświetleniem przy zastosowaniu systemu KNX/EIB w domach zostały przedstawione na rysunku 14.3.



Rys. 14.3. Możliwości sterowania oświetleniem w systemie KNX/EIB

Źródło: Materiały katalogowe z tematyki produktów i systemów niskich napięć firmy ABB, 2022.

Wszystkie lampy oświetleniowe w budynku można załączać i wyłączać indywidualnie lub grupowo oraz istnieje możliwość sterowania centralnego poprzez jeden przycisk. Można również wykorzystać zegar, czujniki ruchu lub pilota podczerwieni IR. Daje to wiele możliwości dopasowania oświetlenia w zależności od potrzeb użytkowników. Również natężenie oświetlenia nie musi być stałe. Natężeniem można sterować wykorzystując do tego celu czujniki natężenia światła. Ma to duże znaczenie np. na powierzchni stołu lub biurka do pracy, gdzie natężenie oświetlenia powinno być odpowiednio wysokie.

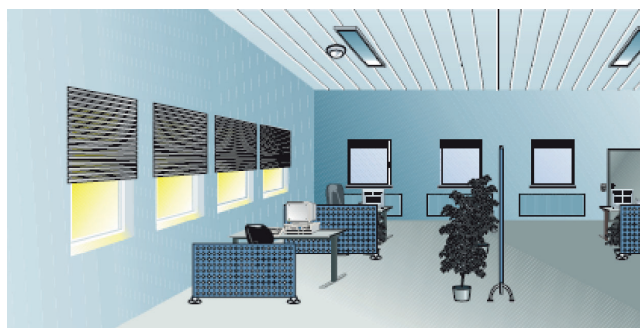
Na podstawie wyników badań firmy ABB przedstawionych w tabeli 14.2, oszczędności wynikające ze sterowania oświetleniem mogą być znaczące.

Tabela 14.2. Potencjalne oszczędności energii wynikające z automatycznego sterowania oświetleniem [48]

Rodzaj automatycznego sterowania oświetleniem	Oszczędność
Automatyczne sterowanie oświetleniem (bez kontroli natężenia oświetlenia)	Około 12%
Automatyczne sterowanie oświetleniem (zależne od natężenia oświetlenia)	Około 20%
Automatyczne sterowanie oświetleniem (stała kontrola oświetlenia)	Około 25%
Automatyczne sterowanie oświetleniem (stała kontrola oświetlenia z uwzględnieniem sterowania żaluzjami)	Około 40%

Dane z tabeli 14.2. przedstawiają, na jakim poziomie kształtują się oszczędności energii elektrycznej dzięki sterowaniu oświetleniem. Oszczędności te uzależnione są od kilku czynników. Jeśli sterowanie opiera się tylko na sztucznym oświetleniu, nie uwzględniając światła dziennego, oszczędności te nie są duże, lecz jeśli uwzględni się światło dzienne, a więc również sterowanie żaluzjami, oszczędności te mogą być już znaczące.

Istotną metodą regulacji oświetlenia w systemie KNX/EIB dającą również pewne oszczędności to tzw. ściemnianie. Może być ono wykonywane ręcznie, a więc użytkownik indywidualnie steruje konkretną lampą aż do uzyskania oczekiwanego natężenia oświetlenia, oraz może być wykonywane automatycznie, utrzymując stałe natężenie oświetlenia w pokoju niezależnie od zmieniającego się światła dziennego. Ważnym elementem mającym wpływ na sterowanie oświetleniem jest właśnie utrzymanie stałego natężenia oświetlenia w pomieszczeniach, uwzględniając przy tym zmieniające się natężenie światła zewnętrznego. Do tego celu wykorzystywane są czujniki natężenia oświetlenia, które są instalowane w pomieszczeniach, zostało to przedstawione schematycznie na rysunku 14.4.

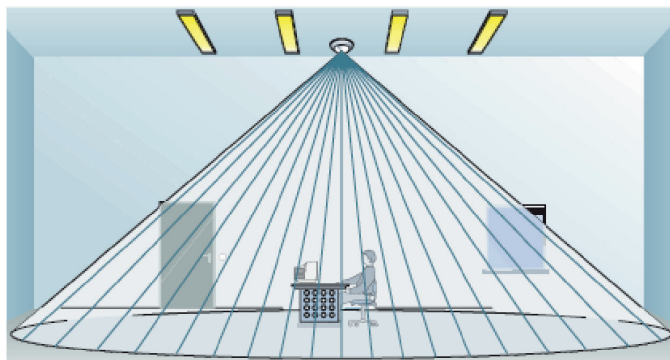


Rys. 14.4. Zasada sterowania sztucznym oświetleniem wewnątrz pomieszczenia w zależności od zmieniającego się światła naturalnego

Źródło: Materiały katalogowe z tematyki produktów i systemów niskich napięć firmy ABB, 2022.

Przykładem może być grupa lamp znajdująca się najbliżej okien, która w ciągu jasnego dnia może być wyłączona, a pozostałe lampy mogą być ściemniane do wymaganego poziomu natężenia, zależnego od ilości światła dziennego. Dzięki temu zyskuje się energię, która byłaby wykorzystana do oświetlania pomieszczenia w całości sztucznym światłem. Oprócz tego, aby zapewnić stabilne i komfortowe warunki w pomieszczeniu, lampy ściemniane lub rozjaśniane są płynnie z długimi stałymi czasowymi, dzięki temu regulacja oświetlenia jest fizycznie niedostrzegalna. W celu oszczędności energii bardzo często stosuje się w obwodach regulacji oświetleniem czujki ruchu PIR. Mają one za zadanie załączać oświetlenie w pomieszczeniach tylko wtedy, gdy wykryją w nich obecność człowieka. Czujka ruchu wysyła na magistralę

informację jednobitową typu załącz/wyłącz. Wprowadzenie takich elementów do obwodów sterowania pozwala na pewne oszczędności energii elektrycznej przeznaczonej na oświetlenie. Na rysunku 14.5 przedstawione jest techniczne rozwiązanie systemu sterowania oświetleniem w pokoju z wykorzystaniem czujki ruchu PIR. Bardzo ważne jest prawidłowe rozmieszczenie tego typu urządzeń, tak, aby zapewnić im jak największe pole widzenia.



Rys. 14.5. Czujki ruchu wykrywające obecność człowieka w pokoju do sterowania oświetleniem
Źródło: Materiały katalogowe z tematyki produktów i systemów niskich napięć firmy ABB, 2022.

Przeważającą częścią sterowania oświetleniem jest zwykle załączanie lub wyłączanie obwodów. Do tego celu często wykorzystywane są zegary czasu rzeczywistego. Istotną zaletą systemu KNX/EIB jest możliwość wyłączania oświetlenia w całym budynku za pomocą jednego przycisku. Jest to tzw. sterowanie centralne.

Stosując system KNX/EIB do sterowania światłem dziennym i sztucznym można zaoszczędzić nawet do kilkudziesięciu procent energii elektrycznej przeznaczonej na oświetlenie. Stosując system KNX/EIB za pomocą tylko jednego przycisku możliwe jest wyłączenie oświetlenia w całym budynku, np. z jednoczesnym opuszczeniem zewnętrznych rolet.

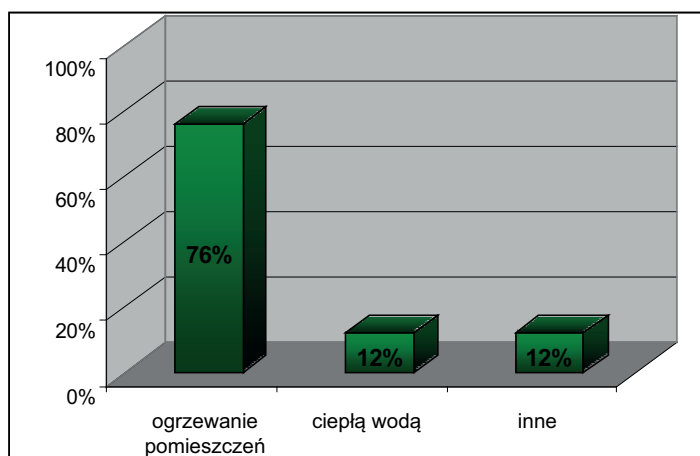
Zastosowanie powyższych metod sterowanie oświetleniem w budynku mieszkalnym ma za zadanie nie tylko zapewnienie komfortu, ale przede wszystkim zminimalizowanie zużywanej energii elektrycznej. Oświetlenie w budynkach pochłania znaczącą ilość dostarczanej energii elektrycznej, a więc możliwe są znaczne oszczędności dzięki odpowiedniemu sterowaniu oświetleniem.

Oszczędność energii wynikająca ze sterowania ogrzewaniem, wentylacją i klimatyzacją – system HVAC

Klimat w Polsce charakteryzuje się dużą zmiennością parametrów powietrza. Zapewnienie pełnego komfortu użytkownika budynków wymaga ogrzewania i nawilżania powietrza zimą oraz ochładzania i osuszania latem. Instalacje, które są odpowiedzialne

za utrzymanie odpowiedniego środowiska w pomieszczeniach, powinny umożliwiać płynne zmiany parametrów powietrza, uwzględniając przy tym chwilowe warunki pogodowe oraz porę dnia. System HVAC, czyli systemy ogrzewania, wentylacji i klimatyzacji są niezbędne, aby to umożliwić. Ponadto wprowadzenie systemów HVAC oraz właściwe ich zaprojektowanie przynosi wymierne korzyści, ponieważ możliwe są oszczędności energii sięgające nawet 40%.

Ogrzewanie podobnie jak oświetlenie musi być odpowiednio sterowane. Wynika to nie tylko z potrzeby utrzymania optymalnych warunków komfortu życia, ale głównie z konieczności zarządzania energią zużywaną przez systemy ogrzewania. Okazuje się, że w domach prywatnych ogrzewanie pochłania około 70% całej energii dostarczonej do obiektu. Dane zestawione na rysunku 14.6. pokazują zużycie energii w domach w Niemczech. Widać wyraźnie, że dominuje energia zużywana na ogrzewanie pomieszczeń i ciepłej wody.



Rys. 14.6. Procentowy udział zużycia energii w domu typu rezydencja

Źródło: Materiały katalogowe z tematyki produktów i systemów niskich napięć firmy ABB, 2022.

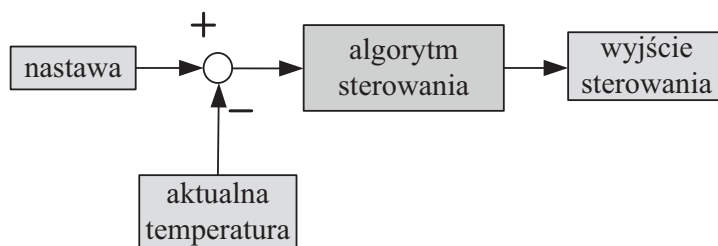
Systemy techniczne dotyczące kontroli temperatury w pomieszczeniach pochłaniają najwięcej energii w budynku, a więc możliwe są dość duże oszczędności. System EIB bardzo dobrze sprawdza się w sterowaniu rozproszonym systemem ogrzewania. Sterowanie to ma bardzo istotne znaczenie, ponieważ zmniejszenie temperatury w pomieszczeniu o jeden stopień umożliwia zaoszczędzenie aż 6% dostarczonej energii. Jeśli temperatura w pokoju zmniejszona jest o 3 stopnie Celsjusza podczas nieobecności, można zaoszczędzić aż do 18% energii. Jednak ten sposób kontroli skuteczny jest tylko w przypadku dłuższych nieobecności, ponieważ poziom temperatury reaguje dość wolno. Do sterowania ogrzewaniem w domach jednorodzinnych głównie znajdują zastosowanie termostaty pokojowe, które sprawdzają aktualną

temperaturę, a następnie wysyłają na magistralę informację do urządzeń wykonawczych, które realizują konkretne sterowanie w poszczególnych pomieszczeniach.

System KNX/EIB umożliwia sterowanie następującymi elementami grzewczymi:

- grzejniki wodne zasilane gorącą wodą z pieca centralnego ogrzewania,
- ogrzewanie podłogowe,
- klimakonwektory dwururowe i czterorurowe,
- grzejniki elektryczne.

Zasada sterowania ogrzewaniem w pomieszczeniu została przedstawiona na rysunku 14.7.



Rys. 14.7. Część układu sterowania ogrzewaniem w systemie KNX/EIB, odpowiedzialna za odczyt aktualnej temperatury i jej regulację

Źródło: Materiały katalogowe z tematyki produktów i systemów niskich napięć firmy ABB, 2022.

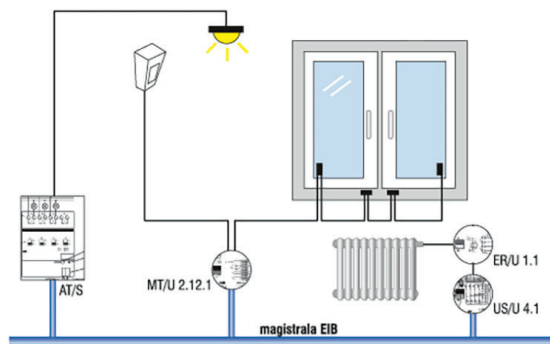
Aktualna temperatura sprawdzana jest w sposób ciągły, a następnie porównywana z zadaną temperaturą. Na podstawie tego pomiaru algorytm sterowania wysyła na magistralę informację do urządzeń wykonawczych, w celu zwiększenia lub zmniejszenia aktualnie temperatury. W każdym pomieszczeniu temperatura sterowana jest indywidualnie.

Termostaty w regulatorach temperatury zazwyczaj umożliwiają cztery tryby działania:

- praca normalna,
- czas oczekiwania na użytkownika,
- praca nocna przy obniżonej temperaturze,
- ochrona przed zamarznięciem.

Aby sterowanie ogrzewaniem w domach jednorodzinnych przynosiło znaczne oszczędności energii, regulacja temperatury może odbywać się w sposób bardziej zaawansowany. Istotne znaczenie ma kontrola otwarcia okien. W sytuacji gdy okno zostaje otwarte, należy zredukować grzanie w pokoju tak, aby grzejnik nie ogrzewał zimnego powietrza z zewnątrz. W tym celu niezbędny jest czujnik magnetyczny we framudze okna, który wykrywa jego otwarcie. Pomieszczenie powinno być ogrzewane w warunkach komfortu wyłącznie, gdy znajduje się w nim człowiek. W tym przypadku niezbędne jest zainstalowanie w pomieszczeniach czujek ruchu PIR, które

wykrywają obecność. Schematyczny układ rozbudowanego systemu sterowania ogrzewaniem przedstawiony jest na rysunku 14.8.



Rys. 14.8. Energooszczędny układ sterowania ogrzewaniem w pomieszczeniu

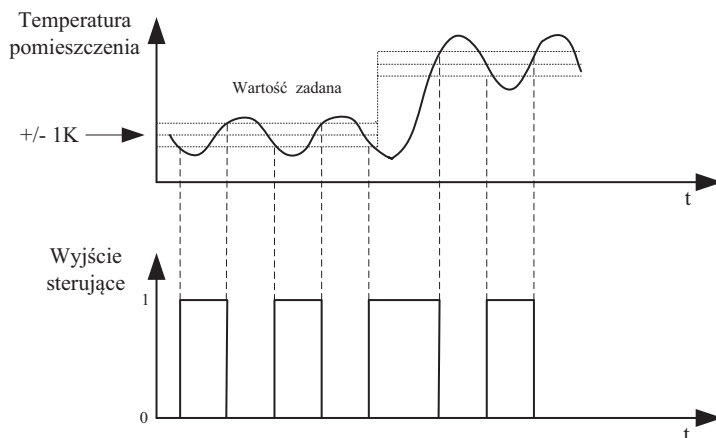
Źródło: Materiały katalogowe z tematyki produktów i systemów niskich napięć firmy ABB, 2022.

W systemie KNX/EIB istnieją dwie metody sterowania urządzeniami systemu ogrzewania:

- regulacja typu włącz/wyłącz zaworu grzejnika,
- regulacja ciągła urządzeń wykonawczych systemu ogrzewania.

Pierwsza metoda polega na wysyłaniu przez regulator temperatury na magistralę informacji jednobitowej, powodującej załączenie lub wyłączenie elementu grzejnego. Oznacza to, że regulator temperatury to jednobitowy obiekt komunikacyjny. W chwilach przejścia temperatury aktualnej pomieszczenia przez wartości zadane: dolną i górną regulator RT wysyła na magistralę telegramy załączające na pełną moc grzejniki lub też je blokuje.

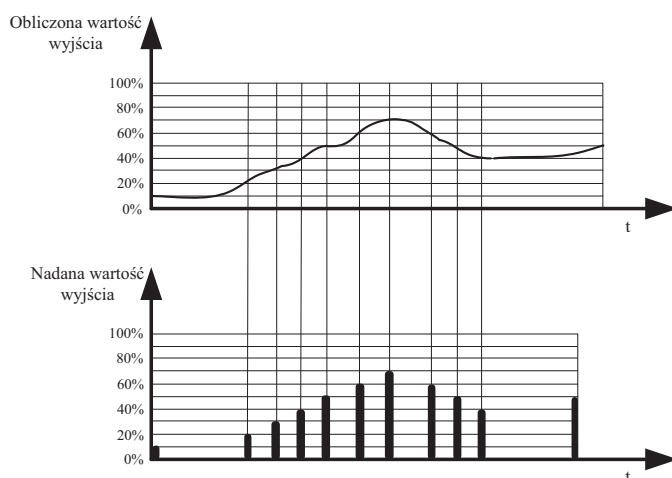
Wadą tej metody jest duża bezwładność czasowa systemu, powoduje to, że pomieszczenie może być przegrzewane, a więc niepotrzebnie pobierana jest moc z urządzeń grzewczych. Taki układ grzania działa według przebiegu przedstawionego na rysunku 14.9.



Rys. 14.9. Regulacja typu wł./wył. zaworu grzejnika

Źródło: Materiały katalogowe z tematyki produktów i systemów niskich napięć firmy ABB, 2022.

Drugą metodą sterowania ogrzewaniem jest metoda ciągła z wykorzystaniem regulatora typu PI, który wylicza na bieżąco wartość do sterowania zaworami. Zawory w tym systemie muszą być przystosowane do pracy ciągłej. Regulator RT potrzebuje 8 bitów do przesłania na magistralę wyliczonej wartości sterującej, czyli musi być wyposażony w 8-bitowy obiekt komunikacyjny. Aby nie obciążać magistrali regulator wysyła obliczone wartości dom sterowania przy ustalonych programowo zmianach temperatury otoczenia, np. o 10% lub 5%. Działanie takiego systemu przedstawione jest na rysunku 14.10.



Rys. 14.10. Regulacja ciągła typu PI urządzeń wykonawczych systemu ogrzewania

Źródło: Materiały katalogowe z tematyki produktów i systemów niskich napięć firmy ABB, 2022.

Istnieje jeszcze jedna metoda sterowania ogrzewaniem. Wykorzystuje ona zegary czasu rzeczywistego. W budynkach, w których zastosowana jest ta metoda, zegar przełącza instalacje ogrzewania w określonej porze w stan oszczędności (*stand-by*), a więc obniża temperaturę w obiekcie do temperatury ekonomicznej, np. 18°C. Obniżenie temperatury przez kilka godzin umożliwia znaczące zmniejszenie zużycia energii na ogrzewanie. Zegary czasu rzeczywistego umożliwiają również czasowe obciążenie obiektu, czyli odpowiednie wysterowanie systemu ogrzewania.

Ważnym systemem zapewnienia komfortu i bezpieczeństwa budynków jest system wentylacji. Znaczenie dla bezpieczeństwa przebywających osób w obiekcie polega na odpowiednim działaniu systemu w przypadku powstania pożaru. Rozwiązania wentylacji budynków można podzielić na dwa podstawowe rodzaje:

- wentylacja grawitacyjna,
- wentylacja mechaniczna.

Jednak we współczesnych budynkach inteligentnych wentylacja grawitacyjna jest nieskuteczna, m.in. dlatego że skuteczność tej wentylacji zależy od chwilowych warunków atmosferycznych. Najlepszym i jedynym sposobem wentylacji budynków inteligentnych jest wymuszenie obiegu powietrza. Najczęściej stosowane są systemy ze zmiennym strumieniem powietrza wentylującego. Istotą ich działania jest regulacja temperatury w każdym z pomieszczeń. W pomieszczeniach zainstalowane są termostaty sterujące pracą przepustnic umieszczonych na dopływie i odpływie powietrza wentylującego. Nawiewniki zasilane są powietrzem z centrali klimatyzacyjnej, która posiada nagrzewnicę, chłodnicę oraz nawilżacz powietrza. Temperatura w pokojach utrzymywana jest przez zmianę ilości dopływającego powietrza chłodzącego.

Następnym ważnym systemem zapewnienia komfortu użytkownika budynków jest system klimatyzacji. Podobnie jak w przypadku instalacji grzewczej, inteligencja systemu klimatyzacji polega na jego współdziałaniu z pozostałymi systemami w budynku, co przyczynia się nie tylko do podniesienia komfortu jego użytkownika, ale również do pewnych oszczędności w poborze mocy. System KNX/EIB kontroluje załączanie poszczególnych instalacji, dzięki temu nie jest możliwe jednoczesne działanie systemu grzewczego i klimatyzacji. Również mogą być zgłaszane inne niepożądane działania, jak np. otwarcie okien w momencie, gdy włączony jest w pomieszczeniu system chłodzący albo niepotrzebne działanie klimatyzacji w domu opuszczonym przez lokatorów.

System klimatyzacji jest najczęściej zintegrowany z ogrzewaniem i wentylacją. Najczęściej stosowane są centralne urządzenia klimatyzacyjne. Urządzenia te oprócz powietrza schłodzonego mogą dostarczać do instalacji powietrze ciepłe. Pomieszczenia, które nie wymagają ciągłego zapewnienia pełnego komfortu, mogą pozostawać w stanie „ekonomicznym”, przechodząc w stan „komfortu” o ustalonej godzinie. Dzięki sterowaniu komputerowemu i integracji z innymi systemami automatyki,

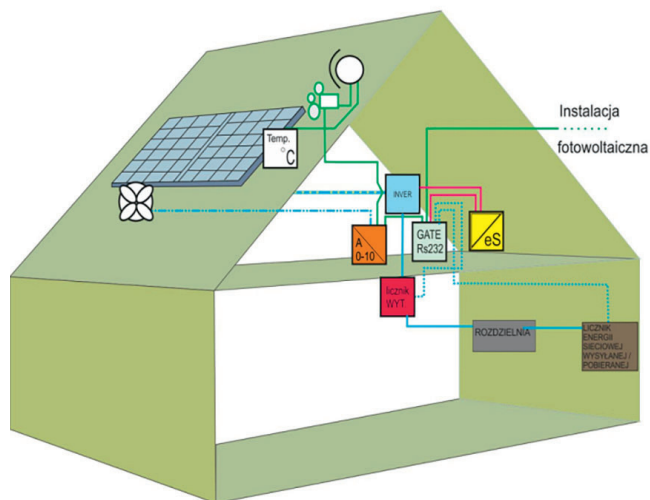
system klimatyzacji łatwo poddaje się programowaniu dobowemu i tygodniowemu, co wpływa na wielkość zużycia energii przez budynek.

Inteligentna automatyka budynku wspomaga klimatyzację poprzez regulowanie położenia zasłon, żaluzji lub rolet w oknach, w zależności od aktualnego nasłonecznienia obiektu lub innych czynników mogących mieć wpływ na parametry powietrza wewnątrz pomieszczeń.

Budynek inteligentny jako urządzenie techniczne umożliwia świadome oszczędzanie energii, zarówno przez zastosowanie systemów pasywnych, jak i aktywnych. Systemy monitorowania budynku, zwłaszcza w zakresie instalacji HVAC umożliwiają prowadzenie działań zmierzających do oszczędności energii i wody w budynkach, a także ograniczenie szkodliwej emisji do środowiska.

Zastosowanie energii odnawialnej w inteligentnym budynku

Przykładem urządzenia służącego do integracji instalacji w budynku inteligentnych ze źródłem energii odnawialnej jest eSolar (rys. 14.11). Jest to lokalny system nadzorujący. Może również służyć jako zdalny system zarządzający utrzymaniem instalacji na farmach paneli fotowoltaicznych. System składa się z urządzeń o niskim poborze energii. eSolar jest urządzeniem, które integruje istniejący system, komunikując się z nim po przez protokół KNX. Mamy możliwość połączyć się z urządzeniem zarówno po przez sieć LAN, jak i przez połączenie sieci mobilnej, takiej jak GPRS/UMTS.



Rys. 14.11. Instalacja fotowoltaiczna

Źródło: Materiały informacyjne: www.esolar.com, 2018.

Urządzenie bardzo dobrze sprawdza się na farmach fotowoltaicznych. Za jego pomocą po przez zainstalowany w centrum kontroli serwer można:

- prowadzić monitoring farmy fotowoltaicznej wraz ze wszystkimi jego elementami – w czasie rzeczywistym,
- w każdej chwili pobierać dane z dowolnej farmy za dowolny okres,
- zarządzać danymi zebranymi z farm,
- przeprowadzić analizę porównawczą i sprawność poszczególnych farm,
- zarządzać technologicznymi i ekonomicznymi danymi w celu obsługi farmy.

Urządzenie eSolar może komunikować się z większością dostępnych na rynku przetworników poprzez porty typu RS232, RS485 by połączyć się z mierzonym źródłem. Może również w tym samym celu łączyć się z licznikami energii, licznikami opłat lub analizatorami sieci po przez ich porty komunikacyjne lub też przez wyjścia impulsowe. Poprzez KNX eSolar może pozyskiwać dane pochodzące z różnych dostępnych na rynku czujników po to, by realizować niezbędne funkcje, jak np. pomiar temperatury oraz innych parametrów środowiska, automatyczny system chłodzenia, czyszczenia modułów fotowoltaicznych, zarządzanie obciążeniem elektrycznym, kontrola systemem mocującym itp. Urządzenie ma możliwość przechowywania danych w trybie dziennym, miesięcznym oraz rocznym (przez 10 lat) oraz pozwala na ich graficzną lub tabelaryczną wizualizację. Ma możliwość automatycznie i autonomicznie dozorować dane i inicjować scenariusze lub zaplanowane działania w zależności od zaistniałego zdarzenia. Wysyłanie sygnałów alarmowych przez email, SMS lub inicjowanie programów czyszczących w przypadku dysfunkcji sprawności paneli.

Zalety urządzenia eSolar:

- gwarantowana komunikacja z większością dostępnych na rynku przetworników i systemów pomiaru energii, jak również ze standardowymi czujkami pomiaru wartości otoczenia,
- gruntowna i dokładna informacja na temat wytworzonej energii, jej efektywności zysków oraz generalnej oszczędności,
- komunikacja z systemami automatyki budynków jest strategiczną funkcją pozwalającą na zarządzanie obciążeniem,
- tworzenie polityki energetycznej budynków, inicjowanie scenariuszy na już istniejących systemach oraz zwiększenie efektywności energetycznej.

15. Komputerowe wspomaganie projektowania i programowania inteligentnych instalacji

Program ETS jest przeznaczony do pracy w środowisku Windows (tabela 15.1). Początkowo występował w trzech wersjach językowych: niemieckiej, angielskiej i francuskiej. Obecnie są to wersje językowe: niemiecka, angielska, francuska, hiszpańska i holenderska.

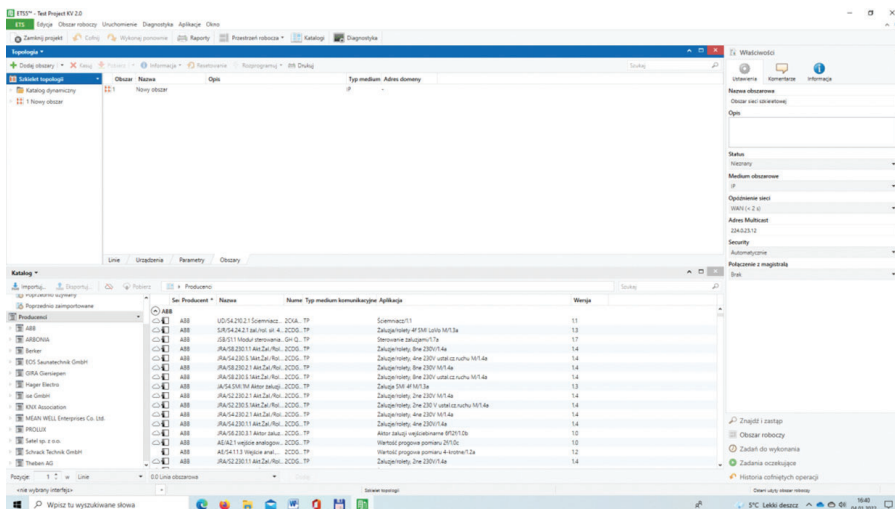
Tabela 15.1. Minimalne wymagania sprzętowe dla wersji programu ETS5

System operacyjny:	Hardware	Interfejsy sieciowe KNX
Microsoft Windows 7 SP1 32Bit/64 Bit Microsoft Windows 8 32Bit/64 Bit Microsoft Server 2008 R2 SP1 64 Bit Microsoft Server 2012 × 64	CPU: ≥ 2 GHz RAM: ≥ 2 GB HDD: ≥ 20 GB RES: ≥ 1024 × 768	RS232 USB lub IP (KNXnet/IP)

Stowarzyszenie KNX zapewnia ciągłość w zgodności logicznej programu na poziomie interfejsu użytkownika. Program ETS jest uniwersalnym narzędziem do konfiguracji i programowania urządzeń systemu KNX/EIB, niezależnie od typu medium komunikacyjnego (rys. 15.1) [59]. Można za jego pomocą łączyć ze sobą i programować urządzenia w dowolnie złożonym systemie, w którym bezproblemowo będą komunikowały się urządzenia pochodzące od różnych producentów. Gwarantuje to logo KNX, potwierdzające kompatybilność urządzeń.

Aktualnie dostępną wersją programu jest ETS6, chociaż wciąż popularna jest wersja ETS5, szczególnie w pracowniach dydaktycznych. Możliwe jest zainstalowanie go i uruchomienie również w wersji polskiej. Dzięki czemu wiele funkcji stało się bardziej przejrzystymi dla osoby konfigurującej system. Producentem i dystrybutorem programu jest organizacja KONNEX. Pod względem licencji program występuje w trzech wersjach:

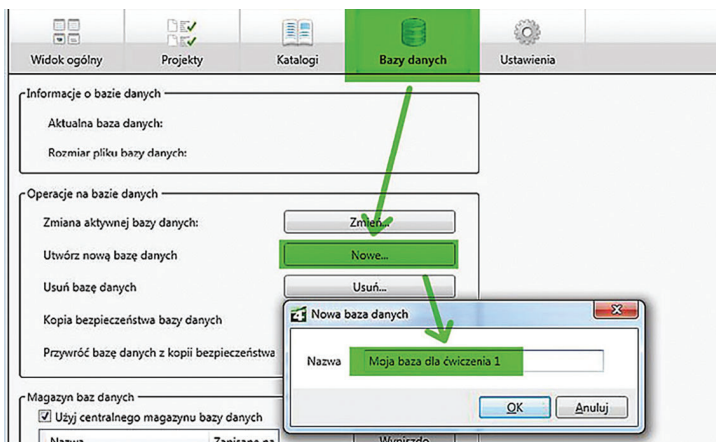
- ETS5 Demo – wersja bezpłatna, którą można pobrać ze strony internetowej organizacji KONNEX www.knx.org, po wcześniejszej rejestracji. Wersja ta jest (jak również rejestracja) darmowa. Ograniczeniem jest możliwość wstawienia do projektu i zaprogramowania maksymalnie pięciu urządzeń. Dzięki tej wersji mamy możliwość zapoznania się z urządzeniami i dokonania próby programowania, aby zweryfikować sprawdzaną przez nas funkcję.
- ETS5 Lite – wersja przeznaczona do nauki konfiguracji i programowania systemu oraz tworzenia niewielkich instalacji. Ograniczeniem jest wykorzystywanie maksymalnie dwudziestu urządzeń w projekcie;
- ETS5 Professional – pełna wersja bez żadnych ograniczeń, przeznaczona do konfiguracji dowolnie złożonych systemów;
- ETS5 Supplementary – wersja dodatkowa do zastosowania w laptopach.



Rys. 15.1. Okno główne programu ETS5

Źródło: Materiały katalogowe z tematyki produktów i systemów niskich napięć firmy ABB, 2022.

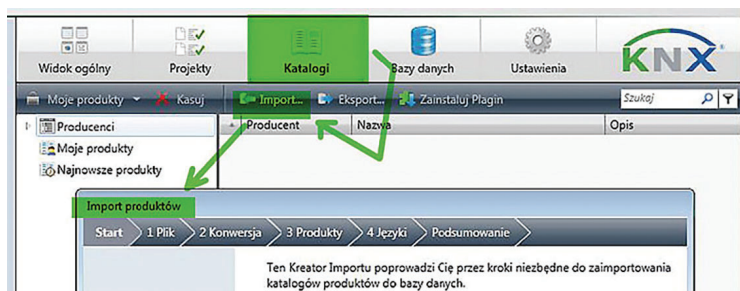
Aby rozpocząć pracę z programem, należy w pierwszej kolejności utworzyć nową bazę danych (rys. 15.2). Baza danych jest strukturą, w której przechowywane są informacje o projektach i przypisanych do nich urządzeniach. Nowością w aktualnej wersji ETS w stosunku do wersji poprzednich jest możliwość tworzenia odrębnej bazy dla każdego projektu i administracji już utworzonymi bazami. Wcześniejsza wersja programu ETS4 wymagała utworzenia bazy dla każdego projektu (rys. 15.2). W przypadku kolejnej wersji programu, ETS5 utworzenie bazy nie jest wymagane.



Rys. 15.2. Okno główne programu ETS4

Źródło: Materiały informacyjne z tematyki produktów KNX, KNX Polska, 2021.

Krokiem niezbędnym do przygotowania programu jest import urządzeń, jakie będziemy wykorzystywać w naszym projekcie przy module Katalogi (rys. 15.3).



Rys. 15.3. Importowanie aplikacji

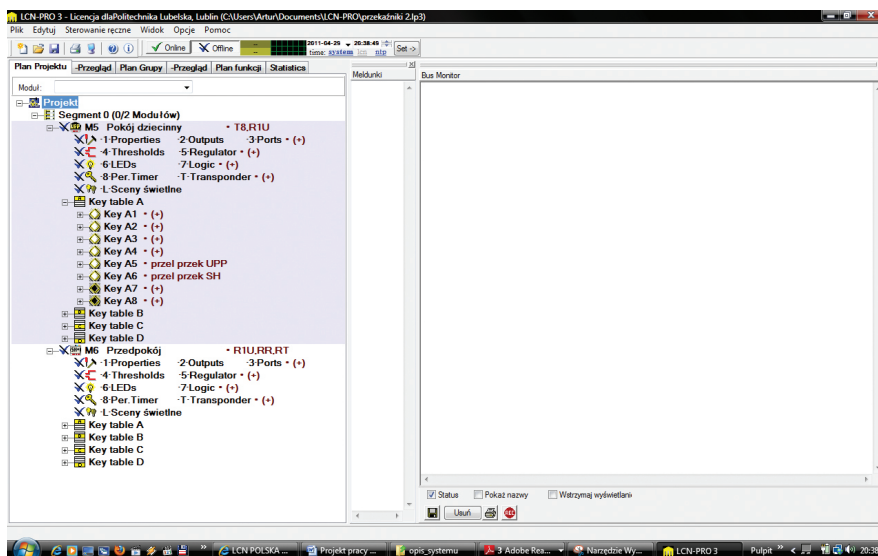
Źródło: Materiały informacyjne KNX Polska (2020)

Przed przystąpieniem do realizacji projektu należy pobrać aplikacje potrzebne do konfiguracji urządzeń, z jakich składać się będzie projekt [59]. Aplikacje takie otrzymuje się od producentów urządzeń. Są one bezpłatne i można je znaleźć na stronach internetowych lub otrzymać bezpośrednio od dystrybutorów na nośniku w wersji elektronicznej.

Program LCN Pro

Projektant tworzy strukturę logiczną systemu LCN głównie na etapie programowania kolejnych modułów, przy wykorzystaniu możliwości jego wejść i wyjść. Czynności te są możliwe dzięki dostępnemu programowi narzędziowemu LCN PRO, który pozwala na skonfigurowanie i przedstawienie ustawień struktury wewnętrznej każdego modułu logicznego zamontowanego w systemie (rys. 15.4). Komunikacja z systemem odbywa się za pomocą specjalnego sprzęgu LCN PC, który umożliwia w instalacjach LCN dostęp do systemu poprzez notebooki lub komputery osobiste PC i inne systemy. Dzięki temu dostępowi technik dokonuje parametryzacji systemu LCN. Innym zastosowaniem sprzęgu jest podłączenie wizualizacji LCN na komputerze osobistym. Oprogramowanie LCN-PRO bazuje na jednym banku danych (dane projektowe), w którym jest odpowiednio sformatowana i przechowywana konfiguracja modułów LCN. LCN-PRO może parametryzować dowolną liczbę projektów. Dla każdego projektu zakłada się osobny bank danych projektowych. Dzięki oprogramowaniu konfiguracyjnemu LCN-PRO istnieje możliwość skopiowania ustawień parametrów (podobne do pamięci pośredniej) i ponownego ich wstawienia. Możliwe jest to zarówno dla pojedynczych klawiszy lub tabel klawiszy, jak również dla całych modułów. W trybie off-line wpisy dotyczące parametryzacji przechowuje się w banku danych projektowych. Dopiero po połączeniu z siecią LCN następuje odpowiednia parametryzacja. W trybie on-

-line transmitowana jest każda zmiana banku danych i odbywa się parametryzacja odpowiedniego modułu LCN.



Rys. 15.4. Główne okno LCN-PRO

Źródło: Materiały informacyjne LCN (2022).

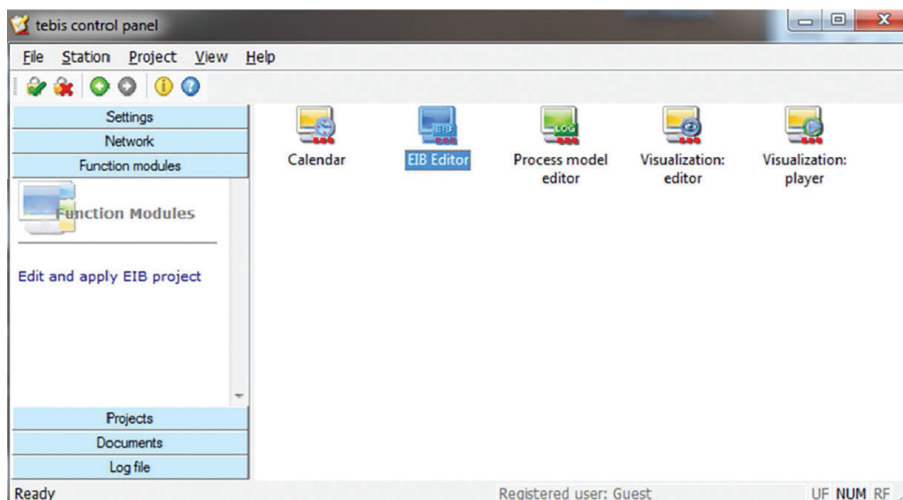
LCN-PRO jest oprogramowaniem konfiguracyjnym opierającym się na systemie Windows i służy do parametryzacji modułów sieci LCN. Oprogramowanie ma dwa tryby on-line i off-line. Parametryzacje wykonuje się w trybie on-line. Oprogramowanie oferuje oprócz ogólnej parametryzacji funkcje do sprawdzenia i protokolowania sieci LCN. W trybie off-line wstępnie konfiguruje się sieć LCN i przechowuje w banku danych. W późniejszym czasie przenosi się ustawione parametry do projektu. Użytkownik może założyć w bibliotece parametry standardowe odpowiednio do swoich wymogów i następnie przenieść je do dowolnych urządzeń LCN za pomocą funkcji Drag&drop.

Tebis Visualisation

Rozbudowany program do tworzenia wizualizacji budynków, systemów monitorowania i analizy danych (rys. 15.5). Pozwala zbudować sieć stacji, z których jedna jest serwerem wizualizacji, a pozostałe urządzeniami sterującymi. Program działa na systemie operacyjnym Windows nie starszym niż XP, do poprawnego działania wymaga jednorodzeniowego procesora taktowanego zegarem 2,0 GHz, 1 GB pamięci operacyjnej, 40 GB wolnego miejsca na dysku. Do komunikacji z systemem KNX oprogramowanie wykorzystuje port szeregowy lub USB.

W pakiecie programu Tebis Control Panel znajdują się programy pozwalające na zaawansowane funkcje:

- Tebis Calendar,
- EIB Editor,
- Process model editor,
- Visualisation: editor i Visualisation: player.



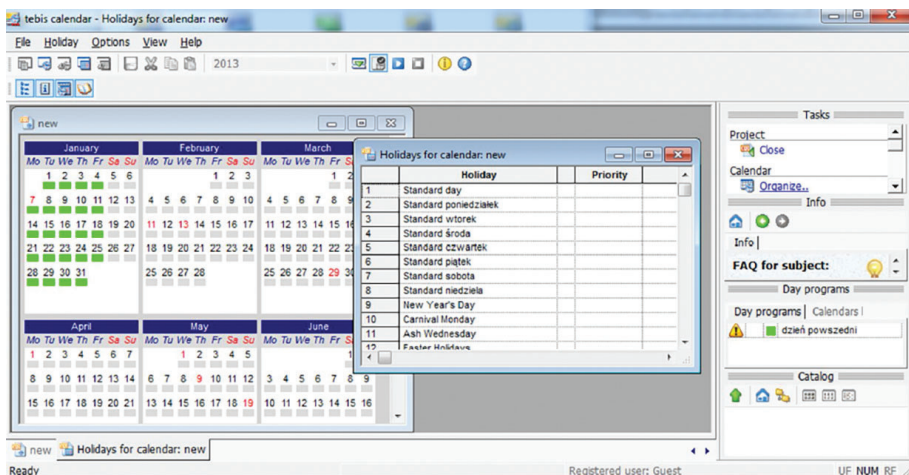
Rys. 15.5. Okno nawigacyjne programu Tebis Visualisation – tebis control panel

Źródło: Materiały katalogowe z tematyki produktów i systemów niskich napięć firmy Hager, 2010/11.

W procesie tworzenia wizualizacji w Tebis Visualisation, należy wykonywać po kolei kroki w każdym z programów.

Tebis Calendar

Umożliwia rozplanowanie zdarzeń w systemie w kontekście całego roku, opierając się o zaprogramowane rodzaje dni: dzień roboczy, soboty, niedziele, święta (rys. 15.6). Każdy z typów dni może zostać ustawiony według potrzeb użytkownika. Aby ułatwić identyfikację dnia, jest możliwość nadania programowi dziennemu nazwy i koloru, który będzie mu odpowiadał na kalendarzu. W bazie danych programu jest zapisane kilka możliwych rozwiązań dla dni czy świąt, które mogą podlegać edycji.



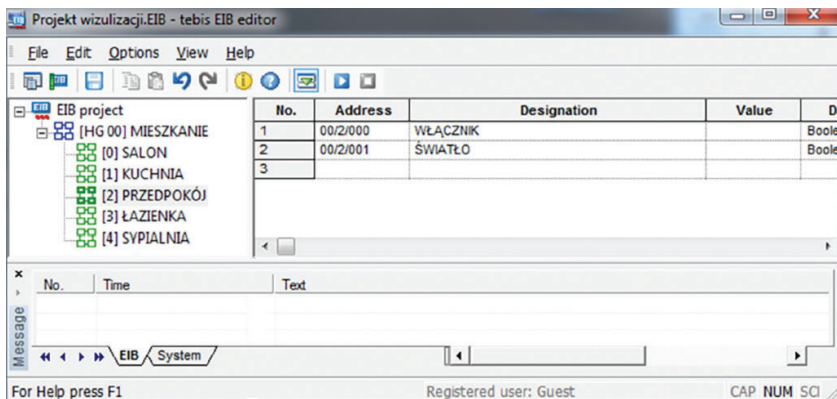
Rys. 15.6. Przykładowe okno programu Tebis Calendar

Źródło: Materiały katalogowe z tematyki produktów i systemów niskich napięć firmy Hager, 2010/11.

Domyślnie wszystkie dni tygodnia w kalendarzu są ustawione jako dni standardowe, co oznacza, że system będzie pracował w zaprogramowany sposób cały rok. Dodatkowo w przypadku budynku wielokondygnacyjnego, można przypisać do poszczególnych pięter inny kalendarz zdarzeń. Skonfigurowany kalendarz zawsze może zostać wyświetlony w oknie wizualizacji.

EIB Editor

Pozwala użytkownikowi może skonfigurować adresy grupowe dla poszczególnych urządzeń w systemie. Podczas konfiguracji adresów grupowych jest możliwość połączenia systemu z programem z wykorzystaniem bramki KNX-USB lub KNX-com. Program umożliwia adresowanie w strukturze dwu- lub trzypoziomowej (rys. 15.7). Podczas ustalania grup adresowych użytkownik może ustawić typ danych wysyłanych z poszczególnych adresów, w zależności od przeznaczenia poszczególnych aktorów i sensorów. W przypadku gdy programista jest w posiadaniu pliku ETS z projektem systemu, może wykorzystać go do importu wszystkich ustawień do programu. Podczas połączenia programu z systemem istnieje możliwość rejestrowania wszelkiego ruchu w systemie. Dane te mogą zostać zapisane w celu wykrycia ewentualnego niepoprawnego działania.

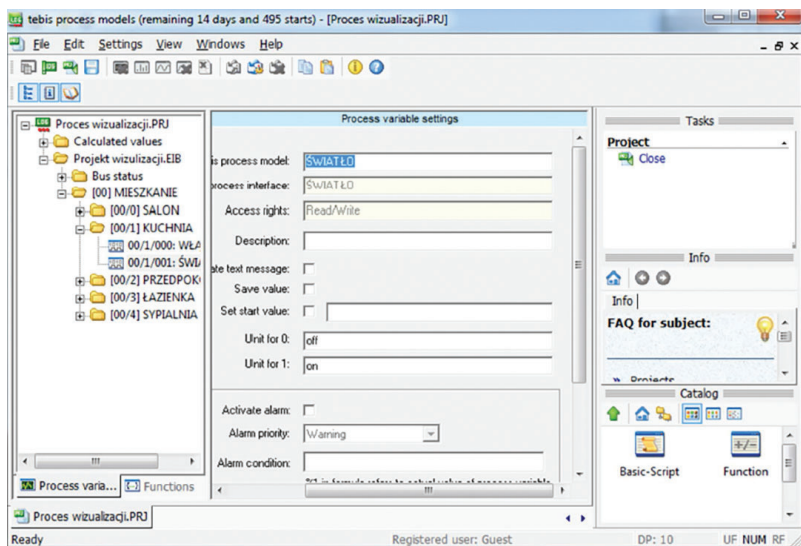


Rys. 15.7. Przykładowe okno programu EIB Editor

Źródło: Materiały katalogowe z tematyki produktów i systemów niskich napięć firmy Hager, 2010/11.

Proces Model Editor

Pomaga programować logikę sterowania od strony aplikacji, wykorzystując informację z sensorów i wysyłając odpowiednie komendy. Innymi słowy na tym etapie projektowania wizualizacji można powiązać odczyty z urządzeń z pożądanymi reakcjami systemu, np. dostosowanie temperatury do dnia tygodnia czy pory dnia (obecność domowników) (rys. 15.8). W programie tym sterowanie odbywa się za pomocą informacji z urządzeń systemu, a nie aplikacji sterujących poszczególnych urządzeń. Umiejętne wykorzystanie programowania logiki sterowania umożliwia poszerzenie i powiązanie funkcji systemu inteligentnego wykraczające poza urządzenia znajdujące się w tej samej linii, a nawet urządzenia dwóch różnych systemów. Ponadto umożliwia ustawienie wartości granicznych, których przekroczenie może wywołać alarm lub ostrzeżenie.



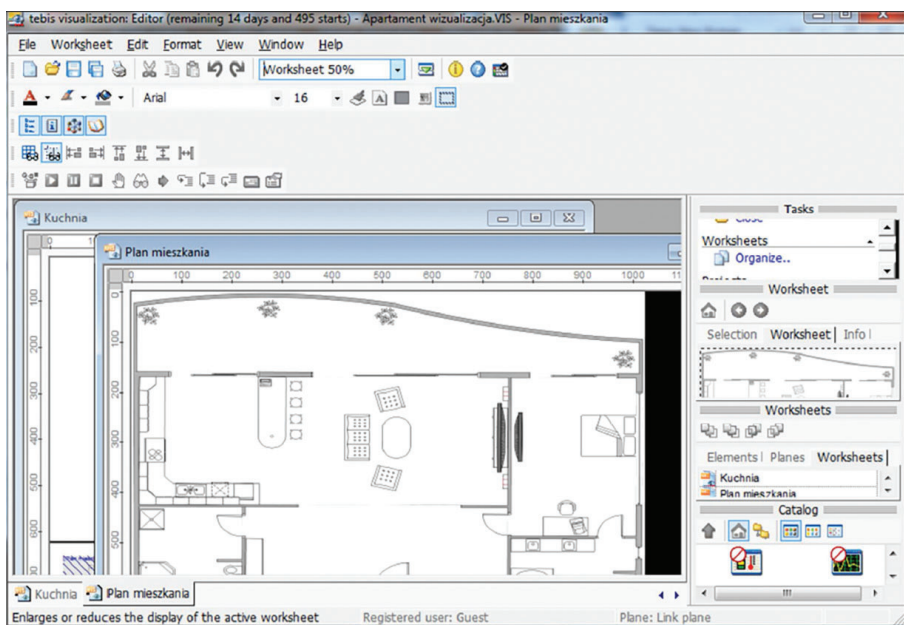
Rys. 15.8. Przykładowe okno programu Proces Model Editor

Źródło: Materiały katalogowe z tematyki produktów i systemów niskich napięć firmy Hager, 2010/11.

Tebis Visualisation Editor

Głównym narzędziem pakietu jest Tebis Control Panel. Program służy do tworzenia projektów wizualizowania procesów zachodzących w instalacji inteligentnej. Projekt obejmuje zestaw arkuszy, z których każdy przedstawia konkretny element całego projektu (rys. 15.9). Arkuszem mogą być piętra budynku, poszczególne pomieszczenia, widok z kamer monitoringu czy widok kalendarza. Aby ułatwić nawigację między nimi, zwykle stosuje się arkusz startowy, na którym umieszczone są skróty do pozostałych. Program umożliwia dodawanie przycisków nawigacyjnych, wskaźników, np. temperatury, zegara wyświetlającego datę i aktualny czas.

Na tym etapie ustawia się również rozdzielczość wizualizacji w zależności od ekranu, na którym będzie wyświetlana. Projekt następnie może zostać wyświetlony jako wizualizacja w programie Tebis Visualisation Player, który umożliwia bieżący podgląd wizualizacji.



Rys. 15.9. Przykładowe okno programu Tebis Visualisation Editor

Źródło: Materiały katalogowe z tematyki produktów i systemów niskich napięć firmy Hager, 2010/11.

Inteligentne systemy budynkowe mogą być zastosowane do zarządzania energią w: bankach, hotelach, obiektach wypoczynkowych, szkołach, klinikach, domach seniora oraz budynkach przemysłowych.

System inteligentnego budynku zwiększa komfort i bezpieczeństwo pobytu w hotelu przy jednoczesnym obniżeniu kosztów eksploatacji, ponieważ poszczególne podsystemy automatycznie dostosowują się do aktualnych warunków i potrzeb otoczenia [58].

System BMS monitoruje i optymalizuje działanie: systemu kontroli dostępu, oświetlenia, ogrzewania i klimatyzacji, systemu alarmowego i monitoringu, systemu przeciwpożarowego, systemu obsługi urządzeń audio i wideo, systemu zasilania awaryjnego.

W hotelach system umożliwia przeprowadzanie bieżących analiz zużycia mediów – wody, energii elektrycznej i ciepłej w recepcji hotelu. Oparte o zastosowanie nowych technologii rozwiązanie charakteryzuje się możliwościami indywidualnej konfiguracji poszczególnych instalacji oraz zapewnia intuicyjną obsługę przy wykorzystaniu dedykowanych paneli dotykowych. Urządzenia systemu są wyjątkowo proste w obsłudze, a ich wielofunkcyjność umożliwia dopasowanie instalacji do potrzeb gości hotelowych i administracji.

System kontroli dostępu zapewnia zarządzanie dostępem dla gości hotelowych i pracowników do dowolnych pomieszczeń na terenie hotelu – pokoi, parkingu, części rekreacyjnej. Dostarcza danych do rozliczania wszystkich płatnych usług związanych z kontrolą dostępu przez recepcję hotelu. Zasadniczymi elementami systemu są czytniki biometryczne, identyfikatory, zamki elektroniczne i bramki.

System monitoringu wizyjnego jest instalacją bezpieczeństwa i służy do wizualnego wykrywania wszelkich zagrożeń. Może stanowić wsparcie w sytuacjach kryzysowych, natychmiast potwierdzając i, co za tym idzie, przyśpieszając moment przystąpienia do usunięcia lub przeciwdziałania zagrożeniu życia i mienia ludzkiego. Natomiast zadaniami systemu alarmu przeciwpożarowego, w skrócie SAP, oraz dźwiękowego systemu ostrzegania, w skrócie DSO, jest wykrycie zagrożenia i przekazanie sygnałów umożliwiających błyskawiczne podjęcie działań zabezpieczających, np. powiadomienia odpowiednich służb i ewakuacji zagrożonego miejsca. System zapewnia ochronę i sygnalizację włamania do pomieszczeń szczególnie chronionych – magazynu, pomieszczeń biurowych, serwerowni, sal i pokoi ze sprzętem wysokiej wartości, pomieszczeń sejfów hotelowych czy przechowalni bagażu gości. Elementem podsystemu są przyciski przyzywania, pozwalające obsłudze szybko wezwać pomoc grupy interwencyjnej w sytuacji zagrożenia bezpośredniego. Przyciski mogą być wykorzystywane w pokojach dla niepełnosprawnych w celu wezwania pomocy.

Sterowanie oświetleniem jest jednym z istotniejszych i bardziej widocznych elementów wpływających na komfort i zadowolenie z użytkowania obiektu. Możliwości tworzenia scen i sekwencji świetlnych, sterowania barwą, natężeniem światła nadają niepowtarzalny charakter poszczególnym pomieszczeniom i dopasowują atmosferę otoczenia do indywidualnych wymagań każdego gościa w hotelu. Natomiast zarządzanie zużyciem ciepła i chłodu w hotelu jest źródłem dużych oszczędności. System umożliwia obniżenie parametrów temperaturowych w pokojach i salach nieużywanych, niezarezerwowanych lub w takich, w których pozostało otwarte okno. Zastosowanie w pokojach czytnika (cardholdera) pozwala włączyć oświetlenie powitalne, obwody tradycyjnych gniazd czy grzejników. System umożliwia podzielenie hotelu na strefy nagłośnienia. Dźwięk może być nadawany z różnych źródeł – indywidualnie do wybranych stref. Inne treści mogą być słyszane w barach, restauracjach i kawiarniach czy pomieszczeniach rekreacyjnych. System pozwala sterować nagłośnieniem z jednego miejsca na przykład z recepcji. W specjalnych przypadkach umożliwia nadanie komunikatów głosowych do wszystkich stref równocześnie z wykorzystaniem mikrofonu w recepcji.

Podsumowanie

Podręcznik opisuje kompleks zagadnień związanych z tematyką wykorzystania osiągnięć technologii informatycznych i telekomunikacyjnych stosowanych w sterowaniu urządzeniami energetycznymi w budynkach mieszkalnych. Tematyka ta nadal jest aktualna, gdyż wpisuje się w strategię działania Unii Europejskiej, polegającą na dążeniu do radykalnego zmniejszania energochłonności. Zamiarem Autora niniejszej pracy było przygotowanie publikacji, która pomogłaby uzupełniać wiedzę zdobywaną przez studentów na studiach technicznych realizowanych na Wydziale Matematyki i Informatyki Technicznej. Obecnie istotnym czynnikiem ograniczającym zastosowanie technologii ITC w Polsce jest nadal stosunkowo słaba wiedza na temat korzyści jakie dają te technologie w budynkach mieszkalnych. Dotyczy zarówno zagadnienia energooszczędności, jak i komfortu użytkowania.

Studia na uczelni o profilu technicznym często wymagają od studentów sięgania po różne interdyscyplinarne opracowania, stąd pozorne wrażenie chaosu w układzie rozdziałów monografii i próba omówienia różnych tematów w jednej publikacji. Rolą niniejszej publikacji jest zachęcenie czytelników do dalszego pogłębiania wiedzy na tematy w niej poruszone. Specyfika zajęć prowadzonych przez Autora na Wydziale MiIT polega na kontakcie ze studentami z różnych kierunków począwszy od matematyki i inżynierii danych po inżynierię bezpieczeństwa i edukację techniczno-informatyczną.

Wyznacznikiem naszych czasów jest wprowadzanie i rozwój inteligentnych systemów oraz prace nad sztuczną inteligencją.

Bibliografia

1. Alexander Maier GmbH; Materiały katalogowe firmy; Oprogramowanie Eis-Bär, 2015.
2. Andjulovici A.: Komfort cieplny w budynkach, Wyd. Arkady, Warszawa 1971.
3. Bogacz R., Krupanek B., *Technologia GSM w metodach zdalnego odczytu liczników energii elektrycznej*, „Pomiary Automatyka Robotyka” 2015, 15(2), s. 62–67.
4. Borkowski P., *Inteligentne systemy zarządzania budynkiem*, Wyd. Politechnika Łódzka, Łódź 2011.
5. Borkowski P., *Podstawy integracji systemów zarządzania zasobami w obrębie obiektu*, Wyd. Politechnika Łódzka, Łódź 2009.
6. Boruta Z., Kamińska A., Muszyński L., Radajewski R., *Nowoczesne techniki w projektowaniu energooszczędnych instalacji budynkowych w systemie KNX*, Wyd. Politechnika Poznańska, Poznań 2010.
7. Drop D., Jastrzębski D., *Współczesne instalacje elektryczne w budownictwie jednorodzinym z wykorzystaniem osprzętu firmy MOELLER. Poradnik Elektroinstalatora*, Wyd. COSiW SEP, Warszawa 2002.
8. Folder Firmowy Local Control Network: Inteligentne Instalacje Elektryczne LCN, 08/2009.
9. Horyński M., *Systemy automatyki budynkowej w rewitalizacji przestrzeni wiejskiej*, „Logistyka” 2014, 6, s. 4527–4534.
10. Horyński M., Majcher J., *Building automation as a safety element*, „TTS Rail Transport Technology” 2016, 12, s. 425–428.
11. Horyński M., *Laboratorium inteligentnego budynku w czasach pandemii*, [w:] *Zdalne nauczanie przedmiotów ścisłych w praktyce*, red. E. Łazuka, Wyd. Politechniki Lubelskiej, Lublin 2021, s. 150–161.
12. Instrukcja obsługi programu Tebis Visualisation Player ver. 4.1; ESF Software GmbH, 2020.
13. Issendorff K.G., *Inteligentne instalacje elektryczne* [artykuł reklamowy], „Elektroinstalator” 2010, 8.
14. Klain A., *Automatyka budynkowa*, „Elektroinstalator” 2007, 7–8, s. 26–31.
15. Klain A., *Instalacje i systemy elektryczne*, „Elektroinstalator” 2007, 7–8.
16. Klain A., Bielówka M., *Instalacja elektryczna w systemie KNX/EIB. Podręcznik INPE – bezpłatny dodatek dla prenumeratorów miesięcznika INPE*, COSiW SEP, Warszawa 2006.

17. Koczyk H., Antoniewicz B., *Nowoczesne wyposażenie domu jednorodzinnego – Instalacje sanitarne i grzewcze*, PWRiL, Poznań 2004.
18. Książkiewicz A., *Wybrane środki ochrony przeciwporażeniowej w systemach automatyki budynkowej*, „Wiadomości Elektrotechniczne” 2014, 3, s. 17–20.
19. Lejdy B., *Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych*, WNT, Warszawa 2009.
20. Lipski T., *LCN – Przełom w dziedzinie inteligentnych instalacji*, „Elektroinstalator” 2005, 1, s. 14–15.
21. Markiewicz H., *Instalacje elektryczne*, Wydanie VII, WNT, Warszawa 2007.
22. Materiały katalogowe z tematyki produktów i systemów niskich napięć firmy ABB, 2022.
23. Materiały informacyjne: www.esolar.com, 2018.
24. Materiały katalogowe z tematyki produktów i systemów niskich napięć firmy Hager, 2010/11.
25. Materiały katalogowe z tematyki produktów i systemów niskich napięć firmy HDL, 2018.
26. Materiały katalogowe firmy LSI Software S.A., 2022.
27. Materiały informacyjne z tematyki produktów KNX, KNX Polska, 2021.
28. Materiały katalogowe z tematyki produktów i systemów niskich napięć, firmy LCN, 2022.
29. Materiały katalogowe z tematyki produktów DOMITO firmy MCD Electronics, 2012.
30. Mikulik J., *Budynek inteligentny: Podstawowe systemy bezpieczeństwa w budynkach inteligentnych*, t. 2, Wyd. Politechniki Śląskiej, Gliwice 2010.
31. Niedziałkowski T., *System w krążku*, „Elektro Info” 2006, 4.
32. Niestępski S. i in., *Instalacje elektryczne: budowa, projektowanie i eksploatacja*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 1996.
33. Niezabitowska E. i in., *Budynek inteligentny*, t. 1.: *Potrzeby użytkownika a standard budynku inteligentnego*, Wyd. Politechniki Śląskiej, 2005.
34. Okołowicz-Grabowska B. i in., *Ogrzewanie i wentylacja*, [w:] *Nowa technika w inżynierii sanitarnej*, 10, red. M. Rubik, Wyd. Arkady, Warszawa 1979.
35. Osiecka E., *Materiały budowlane: właściwości techniczne i zdrowotne*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2002.
36. Petykiewicz P., *Nowoczesna instalacja elektryczna w inteligentnym budynku*, COSiW SEP, Warszawa 2001.
37. Petykiewicz P., *Technika systemowa budynku instabus EIB. Podstawy projektowania*, Siemens, Warszawa 1999.

38. Piątek Z., *Od automatyki budynkowej do inteligentnych domów. Porównanie parametrów wybranych systemów automatyki budynkowej*, <https://automatykab2b.pl/technika/43487-od-automatyki-budynkowej-do-inteligentnych-domow>, 2013.
39. PN-EN 50090-2-1:2002, Domowe i budynkowe systemy elektroniczne (HBES). Część 2-1: Przegląd systemu. Architektura.
40. PN-EN 50090-3-1:2002, Domowe i budynkowe systemy elektroniczne (HBES). Część 3-1: Aspekty zastosowań. Wprowadzenie do struktury aplikacji.
41. PN-EN 50090-2-2:2002/A1:2004, Domowe i budynkowe systemy elektroniczne (HBES). Część 2-2: Przegląd systemu. Ogólne wymagania techniczne (Zmiana A1).
42. Sroczan E., *Nowoczesne wyposażenie domu jednorodzinnego*, PWRiL, Poznań 2004.
43. Tułaza J., *Nowoczesna konwencjonalna instalacja elektryczna*, „Elektro Info” 2005, 3, s. 5.
44. Urzędowski A., Wójcicka-Migasiuk D., *Visual analysis of heat transport in unique object*, „Advances in Science and Technology Research Journal” 2015, 9(28), s. 153–159.
45. Horyński M., Majcher J., *Zdalny nadzór nad inteligentnym budynkiem*, „Poznan University of Technology Academic Journals” 2014, 79, s. 181–188.

Zasoby internetowe:

46. Elmark (Materiały, <http://www.Elmark.net.pl>, w oparciu o opisy zamieszczone i opracowane przez eib.lodman.pl, „Smartech” oraz „WEKA” Sp. z o. o.): Ogólnie o KNX/EIB, KNX / EIB – Forum dyskusyjne dla instalatorów i użytkowników inteligentnych instalacji: pierwsze w Polsce forum poświęcone wyłącznie tematyce technologii KNX Standard, Rejestracja: 16 lis 2007, <http://www.knxforum.pl/viewtopic.php?f=16&t=11> [dostęp: 13.11.2023].
47. Hager, *Katalog: osprzet elektroinstalacyjny + Automatyka budynku: systemy bezpieczeństwa*, B.2012/2013, <https://www.yumpu.com/xx/document/view/55429791/pl-2012-2013-hager-osprzet-automatyka-budynku-katalog/455> [dostęp: 13.11.2023].
48. Horyński M.B., *Bezpieczeństwo informacji*, strona internetowa autora, Wydział Podstaw Techniki Politechniki Lubelskiej, http://www.kpt.pollub.pl/mh/wp-content/uploads/sites/7/2020/03/Bezpieczenstwo_IB3-1.pdf [dostęp: 13.11.2023].
49. Horyński M.B., *Inteligentne instalacje budynkowe a sprawa polska*, „Napędy i Sterowanie” 2013, 12, s. 78–81, http://beta.nis.com.pl/userfiles/editor/nauka-/122013_n/Horyski_12-2013.pdf [dostęp: 13.11.2023].
50. Horyński M.B., *Inteligentne instalacje elektryczne w projektowaniu i programowaniu energooszczędnych obiektów handlowych w warunkach wiejskich*, „Napędy i Sterowanie”, 2019, 12, s. 86–89, <https://bibliotekanauki.pl/articles/303938.pdf> [dostęp: 13.11.2023].

51. Horyński M.B., *Programowanie współczesnych instalacji budynkowych urzeczywistnieniem potrzeb człowieka zaspokajanych przez budynki inteligentne*, „Napędy i Sterowanie” 2020, 12, s. 70–73, http://yadda.icm.edu.pl/baztech/element/bwmeta1.element/baztech-20fc790e-e263-49bf-bd29-76f591159d0d/c/nis2020_12_horynski_programowanie.pdf [dostęp: 13.11.2023].
52. Horyński M.B., *Zastosowanie technik bezprzewodowych do modernizacji instalacji elektrycznych w obiektach agroturystycznych*, „MOTROL. Commission of Motorization and Energetics in Agriculture” 2014, 16(1), s. 37–42, <https://bibliotekanauki.pl/articles/76402> [dostęp: 13.11.2023].
53. SCNET – Infra System Control Robert Kurkiewicz: Inteligentny budynek, [dostęp: 13.11.2023], <https://isc.szczecin.pl/show.php/2/8/0/0>.
54. Krupanek B., Bogacz R., *Przeźroczysty konwerter WiFi – RS-485 do komunikacji z licznikiem energii elektrycznej*, „Forum Młodych: Pomiary Automatyka Robotyka” 2012, 2, s. 68–73, <https://bibliotekanauki.pl/articles/276377> [dostęp: 13.11.2023].
55. LSI Software S.A., *InteliHotel: Inteligentny Hotel: zintegrowany system zarządzania dla obiektów hotelowych*, <http://docplayer.pl/55219-Zintegrowany-system-zarzadzania-dla-obiektow-hotelowych.html> [dostęp: 13.11.2023].
56. MCD Electronics sp. z o.o., *DOMITO katalog produktowy: inteligentne instalacje elektryczne*, wyd. 4, www.DOMITO.pl, <https://www.yumpu.com/xx/document/view/55429791/pl-2012-2013-hager-osprzet-automatyka-budynku-katalog/455> [dostęp: 13.11.2023].
57. Możaryn J., *Automatyka budynkowa – Część 2: Systemy otwarte*, Portal Branżowy: AutomatykaB2B.pl, Technika 28.08.2008, [dostęp: 13.11.2023], <https://automatykab2b.pl/technika/39223-automatyka-budynkowa-czesc-2-systemy-otwarte>.
58. Petykiewicz P., *Technika systemowa budynku instabus EIB: podstawy projektowania*, Warszawa 1999, [dostęp: 13.11.2023], <http://docplayer.pl/24932638-Technika-systemowa-budynku-instabus-eib.html>.
59. Stachno A., *KNX – wprowadzenie do programowania systemu*, „Fachowy Elektryk” 2023, 5, <https://www.fachowyelektryk.pl/technologie/inteligentny-budynek/701-knx-wprowadzenie-doprogramowania-systemu.html#> [dostęp: 13.11.2023].
60. Stachno A., Suproniuk, M., *System pomiarowy parametrów środowiskowych z przeznaczeniem do prognozowania w budynkach inteligentnych*, „Przegląd Elektrotechniczny”, 2013, 9, s. 152–155, <https://polona.pl/preview/e4b10d3a-c241-4b7f-901a-64b6e12ba762> [dostęp: 13.11.2023].
61. Wikipedia, General Packet Radio Service, https://pl.wikipedia.org/wiki/General_Packet_Radio_Service [dostęp: 13.11.2023].
62. Wikipedia: Telemetria, [dostęp: 13.11.2023], <https://pl.wikipedia.org/wiki/Telemetria>.
63. Zajdel P., <https://sage2.icse.us.edu.pl>, 2016,

64. *8th International Conference ELMECO-8 "ELECTROMAGNETIC DEVICES AND PROCESSES IN ENVIRONMENT PROTECTION" September 28–October 1, 2014, Nałęczów*, <https://docplayer.pl/577631-Lublin-university-of-technology-electrical-engineering-and-computer-science-faculty.html> [dostęp: 13.11.2023].
65. PN-IEC 742+A1:1997 Transformatory separacyjne i transformatory bezpieczeństwa. Wymagania.