

Inteligentny budynek. System LCN

Krzysztof Duszczyk, Andrzej Dubrawski, Albert Dubrawski, Marcin Pawlik, Mariusz Szafranski

1. Wprowadzenie

LCN został stworzony przez niemieckiego inżyniera (obecnie profesora) Eberharda Issendorffa w 1992 r. Założeniem było skonstruowanie systemu sterowania optymalizowanego pod kątem sterowania budynkami, ponieważ w owym czasie do tego celu używano głównie systemów przemysłowych. Główną ideą była możliwość wykorzystania standardowego okablowania przy stosunkowo dużej prędkości przesyłania sygnałów. W założeniach bardzo duży nacisk położono na intuicyjny interfejs, co umożliwiłoby specjalistom łatwiejsze sterowanie budynkiem. Dopóki konkurencja w tym obszarze działania będzie duża, powinny być widoczne efekty w postaci atrakcyjnych cen, co jest szczególnie istotne w kontekście kosztów początkowych i dalszego utrzymania.

Mimo swej prostoty obsługi i użytkownika LCN ma bardzo szeroką funkcjonalność (np. wszystkie wyjścia analogowe można regulować pod kątem natężenia, opóźnienia, dowolnych charakterystyk, 100 scen świetlnych na moduł). Szeroka gama narzędzi programistycznych w połączeniu z prostym okablowaniem daje stabilne rozwiązanie z zakresu automatyki domowej i budynkowej.

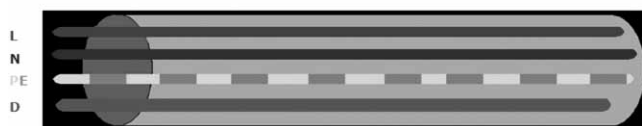
LCN jest przeznaczony wyłącznie do automatyzacji obiektów (wyklucza się używanie go do sterowania procesami przemysłowymi). W ramach specjalizacji budynkowej system można stosować w bardzo różnych obiektach, od najmniejszych do bardzo dużych budowli lub grup budynków. Zamyśłem twórców było stworzenie wysoko wydajnego systemu kompleksowego sterowania zasobami budynków. LCN umożliwia odczytywanie sygnałów i wartości parametrów środowiska w budynku, a następnie wykorzystywanie tych informacji do zarządzania systemami. Można również połączyć LCN z innymi systemami w ramach całego systemu BMS obiektu.

2. Charakterystyka systemu

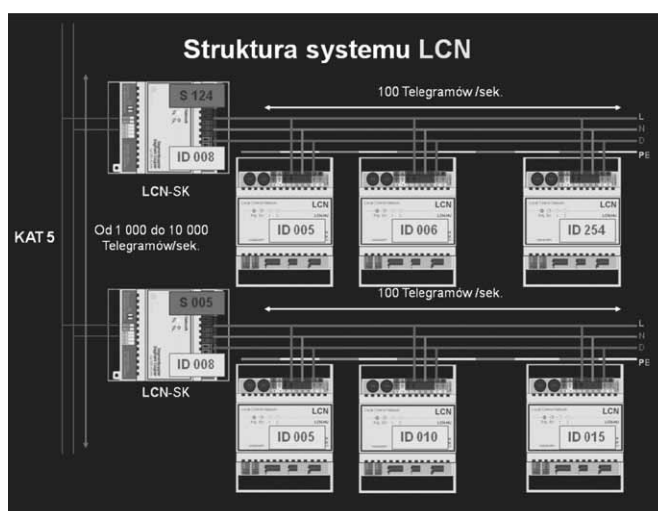
LCN opiera się na swobodnie programowalnych modułach logicznych wyposażonych w wejścia i wyjścia analogowe (*Analog Input-AI*, *Analog Output-AO*) oraz wejścia i wyjścia cyfrowe (*Digital Output DO* i *Digital Input DI*). Oprócz powyższych każdy sterownik posiada port komunikacyjny służący do wymiany informacji z innymi sterownikami. Wszystkie funkcje są zawarte w niewielkiej liczbie modułów, dzięki czemu opanowanie systemu możliwe jest po krótkim szkoleniu. Na rysunku 3 przedstawiono wygląd i strukturę podstawowego modelu komunikacji na przykładzie dwóch sterowników, z których jeden znajduje się w pomieszczeniu obsługiwany, a drugi w tablicy elektrycznej. Właśnie te moduły kierują pracą sieci – identyfikują sygnały wejściowe, sterują podłączanymi elementami i przesyłają informacji. Moduły logiczne dzielą się na kilka rodzajów, z których każdy spełnia odmienne funkcje. Należy podkreślić, że proces konfiguracji jest dwuetapowy: pierwsza faza to wstępna parametryzacja sterownika, druga to już

Wymagania dla instalacji LCN

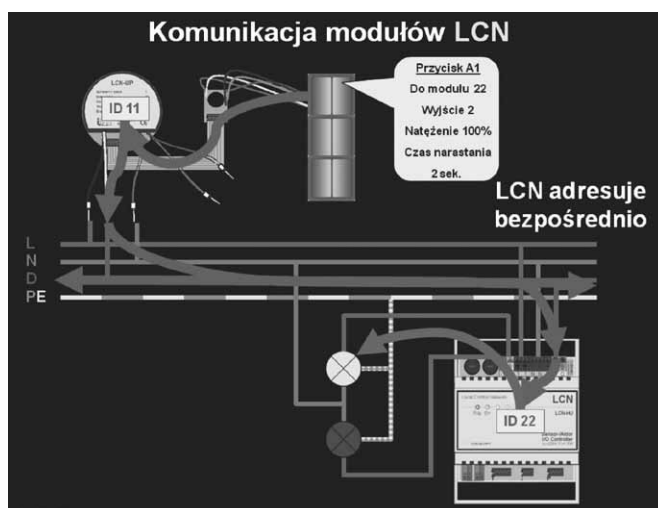
- Dodatkowa żyła w standardowym kablu instalacyjnym (NYM / YDY)



Rys. 1. Podstawowy przekrój przewodu używany w systemie LCN



Rys. 2. Struktura fizycznego szkieletu układu okablowania i sterowników LCN



Rys. 3. Podstawowy model komunikacji sterowników w LCN

programowanie właściwe. Interfejs programowania został tak pomyślany, aby można było go opanować w jeden dzień.

System jest wyposażony w zestaw 21 narzędzi podstawowych oraz paletę narzędzi pomocniczych, które umożliwiają

tworzenie bardzo zaawansowanych aplikacji, działających zarówno lokalnie, w obrębie jednego sterownika, jak i w architekturze rozproszonej, na wielu odrębnych sterownikach. To powoduje, że o stabilności i niezawodności systemu decyduje w głównej mierze producent, natomiast stopień zaawansowania funkcjonalności systemu zależy od umiejętności i wyobraźni programisty/automatyka. Innymi słowy, można dać znakomite sztalgugi i pędzle tej samej klasy Kowalskiemu i Picasso i z góry oczekiwać odmiennych efektów. Warto więc stawiać na doświadczonych fachowców z branży BMS, ponieważ od nich zależy całkowita funkcjonalność automatyk obiektu. System automatyki to tylko narzędzie w rękach projektantów, informatyków i automatyków. Tak samo jest w przypadku LCN – o jego funkcjonalności i całościowej jakości decyduje zespół twórców, a dokładnie ich umiejętności, doświadczenie i wyobraźnia.

2.1. Obszar i zakres zastosowań

System jest łatwo skalowalny zarówno obszarowo, jak i funkcjonalnie, co pozwala na szeroki zakres zastosowań. Instalacja może zbudowana na jednym sterowniku, ale może składać się z kilku tysięcy sterowników ułożonych grupami i hierarchicznie. LCN można znaleźć na wielu rodzajach obiektów. Technicznie jest w stanie sprostać nawet bardzo wymagającym warunkom funkcjonowania. Obecnie jest stosowany w:

- mieszkaniach;
- domach;
- obiektach apartamentowych;
- rezydencjach;
- biurach;
- halach produkcyjnych i magazynowych;
- hotelach;
- obiektach specjalnych;
- obiektach użyteczności publicznej.

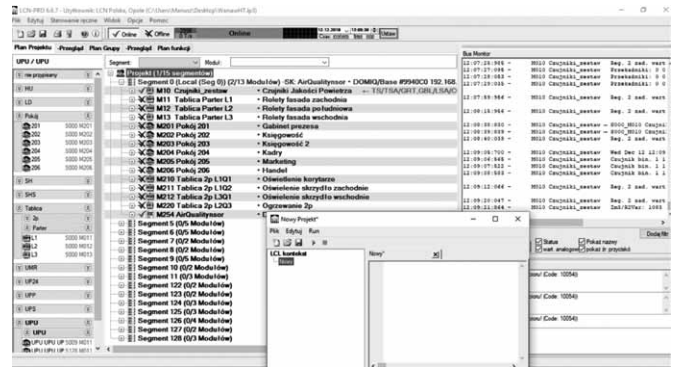
Niewielka liczba ograniczeń technicznych powoduje, że jest on chętnie stosowany na powyższych rodzajach obiektów. Z praktyki wynika jednak, że w zależności od uwarunkowań rynkowych w danym kraju można obserwować różnice w wykorzystaniu systemu LCN dla danego segmentu obiektów. Na przykład w Polsce LCN bardzo często stosowany jest w domach i rezydencjach, w Niemczech w obiektach biurowych, w krajach arabskich w hotelach, a w Ameryce w obiektach specjalnych. Taki rozkład zastosowań systemu podyktowany jest bardzo wieloma względami lokalnych rynków (jak cena, przepisy, konkurencja), a czynnik techniczny odgrywa rolę drugoplanową.

2.2. Topologia

LCN ma „dwuwarstwowy” układ sterowników. Sieć dzieli się na segmenty, a te łączą się w projekty. Jeden segment może składać się z 249 sterowników. Jeden projekt LCN – ze 124 segmentów. Taki układ daje następującą przestrzeń adresową:

$$10 \text{ wyjść} \times 249 \text{ sterowników} \times 124 \text{ segmenty} = \\ = 308\,760 \text{ urządzeń (odbiorników)}$$

Jak widać, liczba urządzeń, którymi możemy sterować w ramach jednego projektu, jest wystarczająca, aby objąć sporych rozmiarów kampus. Podział na segmenty może zostać



Rys. 4. Dwuwarstwowy układ sieci sterowników i edytor LCL:

Warstwa segmentów >> Warstwa sterowników w ramach segmentu

wykonany za pomocą sprzęgła segmentowych (magistrali dwużyłowej) lub serwerów DOMIQ BASE (na bazie sieci LAN). Dla tak dużej liczby urządzeń wprowadza się narzędzia wspomagające programowanie funkcji w wielu sterownikach jednocześnie (edytor skryptów LCL).

2.3. Łączenie instalacji LCN za pośrednictwem sieci komputerowych

System LCN daje możliwość łączenia obszarów podsieci za pomocą sieci komputerowej. Pozwala to na znaczne rozszerzenie obszaru sterowania LCN oraz separację poszczególnych obszarów segmentowych.

2.4. Media transmisyjne

Podstawowym medium transmisji jest zwykły kabel 4 × 1,5 mm² odpowiedzialny zarówno za transmisję, jak i za zasilanie. Oprócz tego bardzo często w LCN używa się skrętki komputerowej Cat.5e i wyższej oraz światłowódów (zarówno plastikowych, jak i typowych szklanych).

2.5. Podstawowe elementy

W dużym uproszczeniu można stwierdzić, że cały system LCN opiera się na jednym rodzaju sterownika podstawowego LCN UPP. Skąd więc tak obszerny katalog urządzeń LCN? W katalogu LCN znajdują się:

- odmiany sterownika podstawowego LCN UPP (SH, SHS, HU itp.);
- wejścia rozszerzające sterownik podstawowy i jego odmiany (BT4H, BT4L itp.);
- wyjścia rozszerzające sterownik podstawowy i jego odmiany (R8H, R2H);
- czujniki podpinane do portów sterownika podstawowego i jego odmian (TS, CO₂, BMI);
- pozostałe urządzenia uzupełniające funkcjonalności LCN (PKU);
- interfejsy użytkownika (GT4D, GT10D itp.).

3. Budowa urządzeń LCN

W systemie LCN należy zaznajomić się z budową sterownika podstawowego. Jest to wspólny układ blokowy dla wszystkich sterowników LCN. Jeżeli dana odmiana sterownika fizycznie nie ma konkretnego bloku, to cały czas blok ten jest dostępny



Rys. 5. Przykładowe sterowniki oraz interfejsy użytkownika

software'owo w ramach wirtualizacji funkcji i w ten sposób można korzystać z jego funkcji statusów.

3.1. Wyrobniki/aktory/sensory

Istnieje wiele określeń na urządzenia automatyki budynkowej, które zależą od pełnionych przez nie funkcji. W odniesieniu do urządzeń LCN rekomenduje się używać określenia „sterownik swobodnie programowalny”, ponieważ ma on wiele funkcji. Od nas zależy, które z nich wykorzystamy, włączymy w danej lokalizacji na obiekcie. Wtedy dopiero zdecydujemy, czy będzie to aktor, sensor, moduł logiczny, czy może sterownik będzie pełnił te wszystkie funkcje jednocześnie. Oprócz sterownika, który jest zawsze głównym elementem w zestawie, możemy wyróżnić jeszcze ekspandy: wejść i wyjść.

3.2. Moduły logiczne

Za moduł logiczny przyjęło się uznawać te sterowniki, które nie tylko zbierają informacje lub wykonują rozkazy, lecz także potrafią je przetworzyć według ustalonego wcześniej algorytmu. Każdy ze sterowników LCN ma możliwość wykonywania algorytmów, które zostaną zapisane w jego pamięci. Umożliwiają to:

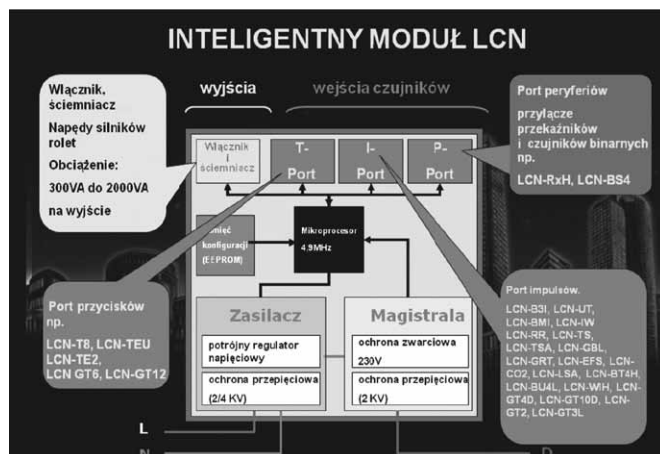
- komórki pamięci do przechowywania zmiennych;
- operatory logiczne;
- pętle;
- liczniki;
- flagi stanu (zdarzeń, wejść, wyjść).

3.3. Urządzenia i oprogramowanie centralizujące

Siłą systemów rozproszonych jest ich pełna decentralizacja i lokalne przetwarzanie sygnałów. Jednak w zaawansowanych systemach istnieje czasem potrzeba agregacji części funkcji na sterowniku centralnym. Najlepiej, kiedy agregacji podlegają funkcje służące do wizualizacji procesów i zdalnego zarządzania. Dlaczego nie warto centralizować funkcji lokalnych? Są dwa główne powody:

- centralizacja funkcji, które można wykonać lokalnie, powoduje większe obciążenie magistrali danych, co jest zjawiskiem niepożądanym;
- w przypadku braku komunikacji ze sterownikiem centralnym traci się możliwość wykonywania funkcji lokalnych.

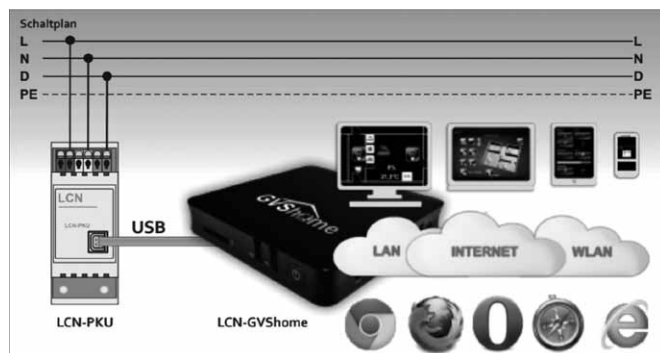
Podsumowując, pracując „od dołu”, maksymalnie wykorzystujemy sterownik lokalny do zarządzania obszarem, za który on odpowiada. Po zaprogramowaniu sterowników lokalnych należy przejść do agregacji funkcji i umieszczania ich na sterowniku centralnym. Najczęściej używane sterowniki centralne to:



Rys. 6. Układ blokowy sterownika podstawowego

- oprogramowanie serwerowe LCN GVS (*Global Visualization Server*);
- serwer fizyczny GVS HOME;
- sterownik DOMIQ BASE.

Przygotowując funkcje zagregowane, warto korzystać z funkcji lokalnych, wcześniej przygotowanych na sterownikach niskiego poziomu, i nie odnosić się bezpośrednio do wejść/wyjść, lecz korzystać z wywołania funkcji na sterowniku niskiego poziomu.



Rys. 7. Serwer fizyczny GVS HOME



Rys. 8. Sterownik do zarządzania scentralizowanego DOMIQ BASE

3.4. Panele dotykowe

Stosowanie technologii LCN GVS oraz DOMIQ BASE umożliwia użycie szerokiej gamy paneli dotykowych. Nie są to panele dedykowane (tzw. systemowe), lecz dowolne, używające technologii iOS, Android, Microsoft Windows. Powyżej przedstawiono przykładowe panele i różne techniki graficzne wykorzystywane do wizualizacji procesów zachodzących w obrębie obiektu.



Rys. 9. Wybrane techniki graficzne i metody wykorzystywane do wizualizacji procesów w systemie LCN

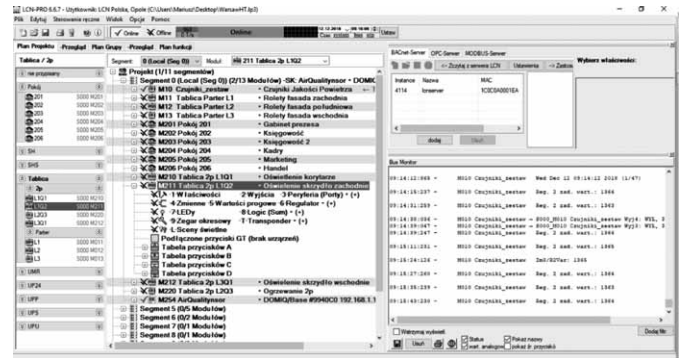
3.5. Oprogramowanie narzędziowe LCN Pro

LCN, jak każdy system automatyki, jest wyposażony w dwa interfejsy: dla użytkownika końcowego i dla specjalisty, który uruchamia i serwisuje system. LCN Pro to środowisko uruchomieniowo-serwisowe składające się z modułów o różnych funkcjach, dzięki którym możliwe jest uzyskanie zaawansowanych funkcjonalności systemu. Ogólna wiedza techniczna oraz znajomość środowiska uruchomieniowego przekładają się na efekt końcowy każdego systemu zbudowanego na podstawie sterowników LCN. Główne składowe i funkcje LCN Pro:

- tworzenie zależności logicznych w systemie LCN na bazie narzędzi dostępnych w systemie, czyli programowania sterowników;
- wielopoziomowa diagnostyka magistrali zdarzeń;
- zarządzanie wersjami systemu aktualnie pracującego w obiekcie;
- zdalny lub lokalny dostęp do systemu automatyki;
- integracja z innymi systemami automatyki.

LCN Pro jako środowisko uruchomieniowe jest jednym z kluczowych elementów systemu i jest poddawane ciągłemu rozwojowi. Takie podejście powoduje, że na bazie konkretnych rozwiązań hardware'owych możemy mieć do czynienia z kilkoma coraz to bardziej funkcjonalnymi rozwiązaniami software'owymi. W automatyce (podobnie jak w informatyce) istotna jest baza sprzętowa, ale kluczowy – algorytm. Właśnie LCN Pro z każdą nową wersją daje coraz więcej możliwości tworzenia nowych algorytmów.

Istnieje możliwość zarządzania widokami w zależności od potrzeb i konkretnych sytuacji związanych z zarządzaniem siecią LCN. Program ma możliwość tworzenia algorytmów zarówno w czasie rzeczywistym, jak i offline, dzięki czemu autor systemu może przygotować *gros* funkcji poza systemem rzeczywistym, a następnie uruchomić je w obiekcie w środowisku rzeczywistym.



Rys. 10. Okno podstawowe LCN Pro z widokiem do pracy online

3.6. Monitoring, wizualizacja, zdalne sterowanie

W dobie eksplozji rozwiązań sieciowo-internetowych również system LCN podąża w tym kierunku na wszystkich płaszczyznach. Monitoring to bardzo pojemne pojęcie, ma bardzo wiele ciekawych funkcji, takich jak:

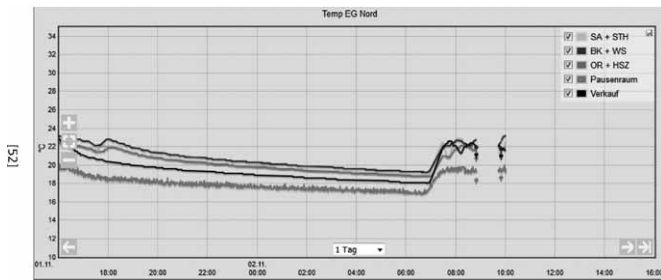
- kontrola zdarzeń zachodzących w obiekcie, bazująca na ikonach kontroltek umieszczonych w ramach wizualizacji obiektu;
- strumień wideo z określonych obszarów obiektu;
- monitorowanie zdarzeń na tzw. magistrali systemowej.

Wizualizacja oparta na kontrolkach to bardzo pożyteczne narzędzie, które stanowi nieodłączny element każdej instalacji automatyki, zarówno tej domowej, jak i w obiektach o dużo większej skali. Dwie najbardziej popularne formy używane w LCN to wizualizacja „wierszowa” (rys. 9 i rys. 11) oraz wizualizacja na rzucie poziomym (rys. 9). Popularna „wierszówka” jest najczęściej stosowana za pośrednictwem telefonów, ponieważ łatwo jest zmieniać kciukiem ekrany, przewijać i sterować. Wizualizacja na rzucie poziomym to z kolei domena paneli dotykowych ściennych oraz tabletów mobilnych. Technologie, których możemy użyć do konstruowania ww. wizualizacji, to LCN GVS oraz DOMIQ BASE. Obydwie technologie umożliwiają zarządzanie lokalne, jak i zdalne obiektem – oczywiście wymagane jest połączenie z siecią internet zarówno dla obiektu, jak i dla użytkownika, który chce zarządzać obiektem.

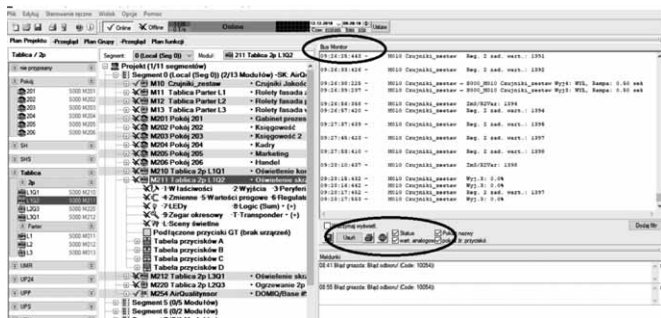
Ciekawą możliwością jest tzw. zdalny monitoring zdarzeń bieżących magistrali oraz błędów, jakie pojawiły się w systemie (rys. 12 b). Jest to opcja dostępna dla osób posiadających narzędzie LCN Pro. Dzięki monitoringowi zdarzeń istnieje możliwość zdalnej i ciągłej diagnostyki obiektu. Dobrodziejstwo tej technologii jest nie do przecenienia, ponieważ bez czasochłonnych i drogich wyjazdów można wykonać zdalnie bardzo wiele prac serwisowych. Będąc kilkaset kilometrów od obiektu, ma się pełny podgląd serwisowy tego, co się dzieje, i obserwuje się na bieżąco wprowadzane zmiany. W przypadku dłuższej obserwacji i konieczności analizy dużej liczby danych można użyć funkcji REC, która zbierze dane do dalszej obróbki i analizy. Dzięki analizie (np.



Rys. 11. Remote i GVS – przykład tzw. wizualizacji wierszowej



Rys. 12 a. Możliwość sterowania i wtórnej regulacji zarządzania temperaturą w obiekcie



Rys. 12 b. Zdalny monitoring zdarzeń w trybie serwisowym

całego sezonu grzewczego) można dokonywać tzw. wtórnej regulacji systemów obiektu i optymalizować zużycie różnych zasobów (rys. 12 a).

4. Koncepcja, projektowanie, realizacja

Koncepcja, projektowanie i wykonawstwo to trzy podstawowe etapy w cyklu realizacji zadania pod nazwą „Kompleksowa realizacja systemu BMS (*Building Management System*)”.

Dobra koncepcja stanowi fundament i punkt wyjściowy do realizacji kolejnych etapów. Ważne, by wsłuchać się w potrzeby klienta, dokonać ich pełnej identyfikacji, a następnie segregacji przez pryzmat funkcji oraz obszarów obiektu. Taka „macierz wymagań” pozwoli na szybki i jednocześnie dokładny kosztorys. Konieczna jest informacja zwrotna ze strony przyszłego użytkownika, tak aby określić, czy można przejść do następnego etapu, czy trzeba jeszcze raz omówić koncepcję, aby dopasować się do budżetu.

W fazie koncepcji istnieją następujące zadania:

- identyfikacja potrzeb;
- segregacja potrzeb;
- dobór sterowników;
- kosztorys;
- informacja zwrotna od klienta (akceptacja lub brak).

Powyższe kroki powtarza się aż do uzyskania kompromisu z klientem lub do momentu całkowitego odstąpienia od realizacji przez jedną ze stron. Rekomenduje się, aby w fazie tej korzystać z gotowych szablonów identyfikacji potrzeb, które usystematyzują pracę i jednocześnie ułatwią wykonanie kosztorysu i projektu.

4.1. Projektowanie instalacji elektrycznej LCN

Topologia okablowania instalacji LCN niewiele różni się od tradycyjnej instalacji. Jeśli punktem wyjścia jest tradycyjna

instalacja, to aby przystosować ją do systemu LCN, należy zastosować się do poniższych zaleceń:

- dołożyć czwartą żyłę w kablu na odcinku od tablicy elektrycznej do każdego wyłącznika (dzięki temu zapewni się komunikację między sterownikami);
- w miejscach wyłączników zastosować tzw. puszkę kieszeniową (nie jest to nieodzowne, ale znacznie poprawi w przyszłości komfort montażu sterowników – rys. 13);
- zostawić rezerwowe miejsce w tablicy elektrycznej na sterowniki LCN; ile potrzeba miejsca, należy określić na podstawie przyszłych potencjalnych potrzeb użytkownika i na ich podstawie wykonać kosztorys, a następnie projekt.

4.2. Projektowanie funkcjonalności urządzeń LCN

Dobłą praktyką przy projektowaniu systemu BMS, w tym również LCN, jest wyjście od interfejsów urządzeń końcowych (przycisków, paneli, wyświetlaczy, wizualizacji). Takie podejście z wizją końcowego interfejsu instalacji pozwala końcowemu użytkownikowi na lepsze zrozumienie funkcji systemu. Wprawny projektant w czasie procesu tworzenia interfejsów końcowych znakomicie wychwyci potrzeby użytkownika.

4.3. Projektowanie instalacji LCN w narzędziu LCN Pro

LCN, podobnie jak inne systemy, ciągle się rozwija. Dzieje się to na płaszczyźnie sterowników hardware i software. Wynikiem tego jest również stały rozwój oprogramowania narzędziowego LCN Pro. Należy o tym pamiętać, kontynuując zapoznanie się z poniższym rozdziałem. Dziś pracuje się w wersji LCN Pro 6.6.7, ale niedługo może się ukazać wersja wyższa. Główne zasady i topologia pozostają od ponad 25 lat niezmiennie i dzięki temu można zapoznać się z tymi fundamentami, a informacje o detalach związane z bieżącą wersją uzupełnić dzięki bogatym zasobom internetowym lub w czasie szkoleń.

5. Instalacja oraz pierwsze uruchomienie LCN Pro

LCN Pro jest przeznaczony dla systemów operacyjnych Windows; bazuje na platformie .NET. LCN Pro jest narzędziem licencjonowanym i jego zakup może odbyć się za pośrednictwem jednego z wielu biur regionalnych na świecie, które oferują wsparcie dla systemu LCN. Instalacja LCN Pro odbywa się w dwóch etapach:

- instalacja systemu podstawowego i wpisanie klucza licencji;
- instalacja nakładki językowej.

Po pierwszym podłączeniu rekomenduje się podpięcie złącza komunikacyjnego USB w celu zainstalowania sterowników (proces powinien odbyć się automatycznie, jeżeli w tym czasie jest się podłączonym do internetu). Po instalacji LCN Pro oraz sterowników USB starsze systemy operacyjne wymagają restartu; jeżeli instaluje się LCN Pro na nowym Windowsie, to jest ono od razu gotowe do pracy.

5.1. Opis menu

Menu w 90% jest klasycznym układem spotykanym w aplikacjach bazujących na systemach Windows. Pozostałe 10% to funkcje specjalizowane w ramach LCN Pro, takie jak:

- widok;
- sterowanie ręczne.

Zakładka 'Widok' umożliwia świadome zarządzanie komponentami programu. Jeżeli pracuje się w domu/biurze na dużym monitorze (lub dwóch), nic nie stoi na przeszkodzie, aby wszystkie komponenty tej zakładki były dostępne jednocześnie. Jeżeli do dyspozycji jest tylko ekran laptopa (np. na budowie), warto wyłączyć zbędne w danej chwili komponenty oprogramowania, by móc skupić się na zadaniu.

Zakładka 'Sterowanie ręczne' pozwala na szybkie wywołanie rozkazu dla danego sterownika, bez konieczności wgrzywania go do urządzenia. Operacje wykonuje się w następujących krokach:

- podświetlenie sterownika, na którym chce się wywołać rozkaz;
- wybór grupy rozkazów z zakładki 'Sterowanie ręczne';
- wywołanie konkretnego rozkazu.

Powyższa sekwencja zdarzeń nie zostaje zapisana na stałe w sterowniku, ale wywołuje żądane zdarzenie w module docelowym.

5.2. Tworzenie projektu w LCN Pro

Tworzenie projektu w LCN Pro może odbywać się na dwa sposoby:

- w trybie online,
- w trybie offline.

Każdy z tych trybów to odrębna filozofia uruchamiania i diagnostyki systemu. Częściej pracuje się online, ale drugi tryb ma również zalety, a w niektórych sytuacjach jest nieodzowny.

Tryb online to podejście do programowania sieci sterowników, które zostały fizycznie podłączone w instalacji i zgłosiły gotowość do programowania w ekranie głównym programu LCN Pro. Każde działanie, jakie wykonuje się w tym trybie, ma odzwierciedlenie zarówno w sterownikach, jak i magistrali systemowej (czasem nazywanej magistralą zdarzeń). W trybie tym nie jest konieczne dodawanie szablonu sterownika do projektu, ponieważ zgłosi się on sam w drzewie sterowników. Można zapisać algorytm metodą *step by step* lub wgrać gotowy szablon z folderu 'Szablony użytkownika'.

Tryb offline bazuje na dodawaniu sterowników, które fizycznie nie zostały jeszcze podpięte. Opcja ta jest przydatna, kiedy trzeba przygotować rozbudowane funkcje i chce się je wstępnie przyszykować przed połączeniem się z instalacją. Na budowie nie zawsze jest możliwość pracy w skupieniu i warto wtedy część funkcji przygotować w zaciszu domu/biura, a następnie wgrać je i przetestować w obiekcie.

5.3. Parametryzacja i programowanie urządzeń LCN

Prawidłowo zainstalowany i zasilony sterownik zgłosi się w systemie ustawieniami fabrycznymi. Zanim przejdzie się do programowania właściwego sterownika, należy przeprowadzić jego parametryzację wstępną. Proces ten polega głównie na dopasowaniu sterownika do jego przyszłego otoczenia, czyli wskazania, jakie będzie miał urządzenia wejściowe i co będzie jego ekspanderem wyjść. Urządzenia wejścia i wyjścia „wymusza się” na sterowniku, natomiast czujniki podpięte prawidłowo do portu I są wykrywane automatycznie.

Po etapie parametryzacji przechodzi się do programowania właściwego. Co mogą sterowniki LCN? To pytanie z kategorii: co może język C++?, co może język C#? Środowisko

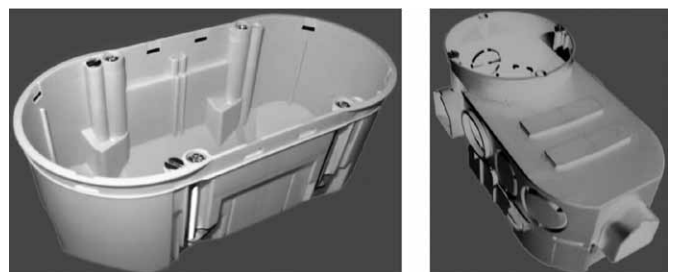
programowania LCN Pro w połączeniu ze sterownikami LCN to potężne narzędzie z ogromną liczbą funkcji. Zmienne, operatory logiczne, timery, pętle, operacje warunkowe to określenia znane z języków programowania, które zostały w bardzo przystępny sposób wbudowane w system LCN. Korzysta się z tych narzędzi w sposób intuicyjny dzięki dopracowanemu interfejsowi programistycznemu. Jest to pełnowartościowe środowisko programowania, gdzie samemu decyduje się o sposobie programowania. Dla osób z doświadczeniem w tym zakresie to ogromna zaleta, ale początkujący programista łatwo może wpaść w pułapki przy takich możliwościach systemu, gdzie sztywne ramy nie są określone.

Zwolennikom programowania obiektowego środowisko to umożliwia takie podejście (grupy dynamiczne, wywoływanie metod/działań na obiektach, wywoływanie przez referencje itp.). Bez względu na to, jaka metoda programowania zostanie wybrana, rekomenduje się korzystanie z dopracowanych szablonów sterowników. Czy istnieją jakieś wzorce projektowania oraz programowania? Po 25 latach wiele osób pracujących w środowisku LCN Pro wypracowało swoje wzorce projektowe, ale jak na razie nie pojawiła się żadna publikacja zbiorowa z tego zakresu. Niewątpliwie istnieje potrzeba uporządkowania tej wiedzy, aby kolejne pokolenia programistów BMS nie musiały każdorazowo torować sobie od zera tej ścieżki.

5.4. Montaż i uruchomienie

W systemach automatyki budynkowej montaż sterowników przystosowanych do szyny DIN/TH odbywa się najczęściej w tablicy elektrycznej, gdzie wydziela się osobne pola do instalacji sterującej. Przy dużej ilości okablowania lub w obiektach z tzw. sufitami technicznymi rekomenduje się montaż sterowników w wyodrębnionych tablicach/skrzynkach montażowych, które są dedykowane wyłącznie sterowaniu zasobami obiektu. W takim układzie połączeń tablica elektryczna pełni swoją pierwotną funkcję, a sterowanie jest wyniesione poza nią.

Drugą grupę sterowników stanowią moduły przeznaczone do montażu w puszkach osprzętowych. Minimalnym wymaganiem jest puszka osprzętowa pogłębiana, ale żeby zapewnić komfort pracy, rekomenduje się tzw. puszki kieszeniowe, od wielu lat dostępne na naszym rynku.



Rys. 13. Przykłady puszek osprzętowych używanych do instalacji sterowników LCN

6. Eksploatacja systemu LCN

Zagadnienie eksploatacji systemu LCN wymaga rozgraniczenia między systemami zainstalowanymi w obiektach użyteczności publicznej oraz pozostałych budynkach (głównie domach i mieszkaniach). Zaawansowane systemy użyteczności

publicznej znajdują się pod stałym nadzorem osób dozorujących obiekt technicznie i na co dzień LCN stanowi wsparcie w bezpiecznym i ekonomicznym funkcjonowaniu obiektu. Jeżeli system zostanie zaprojektowany starannie i w sposób przemyślany, a następnie uruchomiony, służy przez wiele lat bez konieczności jakiegokolwiek ingerencji ze strony obsługi. W czasie eksploatacji należy pamiętać o okresowych backupach, które ułatwiają ewentualny serwis. Warto również zwrócić uwagę na zachowanie BusMonitora (magistrali zdarzeń w LCN Pro). Doświadczony integrator jest w stanie ocenić jakość okablowania obiektu na podstawie ruchu magistralowego oraz liczby kolizji w warstwie transmisji – pamiętajmy, że okablowanie to również wszelkiego rodzaju połączenia, złączki, zakończenia kablowe, a wszystkie niesprawności w tym obszarze odbijają się na funkcjonowaniu danego segmentu instalacji.

Jeżeli chodzi o eksploatację systemu LCN w domach, rezydencjach i mieszkaniach, system jest bezobsługowy. Warto jedynie zwrócić uwagę na jakość zasilania na terenach wiejskich i podmiejskich, która ciągle jeszcze pozostawia wiele do życzenia. Przepięcia, niekontrolowane wzrosty i spadki napięcia przekładają się na funkcjonowanie instalacji, a czasem powodują awarie sterowników. Z tego powodu rekomenduje się odseparowanie sterowników LCN przy pomocy UPS od niestabilnej sieci energetycznej.

6.1. Najczęściej używane funkcje i narzędzia programowe

W zależności od obiektu używa się narzędzi, które zapewniają realizację określonych funkcji. W związku z tym, że LCN to sterowniki swobodnie programowalne, do każdego celu prowadzi wiele dróg, można użyć różnych narzędzi programowych. Wszystko zależy od kontekstu i od tego, co wcześniej się sprawdziło. Najczęściej realizowane przez LCN funkcje sterowania to:

- oświetlenie;
- ogrzewanie;
- sterowanie roletami;
- sterowanie wentylowaniem pomieszczeń;
- uchylanie okien.

To oczywiście nie wyczerpuje zastosowań LCN, ale są to najczęściej realizowane funkcje systemu na rynku polskim. Na rynku niemieckim bardzo często przy pomocy sterowników LCN montuje się system alarmowy.

System ma kilkadziesiąt narzędzi, ale najczęściej używane to:

- przekaźnik;
- wyjście;
- regulator;
- wyslij przycisk;
- logic.

Każde z nich ma wiele opcji, które pozwalają użyć ich w sposób w pełni dopasowany do kontekstu.

6.2. Optymalna instalacja

Dla wielu osób zajmujących się automatyką budynkową słowo „optymalne” jest kluczowe na każdym etapie automatyzacji obiektu. Już na etapie koncepcji warto optymalizować. Przyszły użytkownik nie zawsze zdaje sobie sprawę z potrzeb swoich i obiektu, w związku z tym kluczowa jest tu

rola doświadczonego projektanta. Optymalny dobór funkcji automatyki, a co za tym idzie – sterowników, to najważniejsza sprawa dla przyszłej eksploatacji obiektu. Zarówno projektant, jak i użytkownik powinni zdać sobie sprawę z tego, co dana funkcja lub sterownik pociągną za sobą przez 20–30 lat użytkowania obiektu. Oprócz perspektywy czasowej należy jeszcze brać pod uwagę inne aspekty.

Przykład 1

Projektujemy jedno wyjście przekaźnikowe dla pompy podlewania ogrodowego plus jedno wejście dla czujnika wilgotności, który będzie go uruchamiał. Koszt jest niewielki, a system będzie służył przez lata.

Przykład 2

Projektujemy jedno wyjście przekaźnikowe dla zaworu odcinającego dopływ wody do obiektu plus wejście do czujników zalania. Reguła jest prosta: czujnik wykrywa wodę, a zawór wtedy zamyka jej dopływ. Koszt jest niewielki, a system będzie służył przez lata.

Obie funkcje są z pozoru podobne i bardzo użyteczne, ale należy popatrzeć na nie w szerszym kontekście. Podlewanie ogrodu wymaga uwagi, dbania o prawidłowe działanie, ale bez względu na to, czy robi się to przy pomocy LCN, czy innego systemu, i tak należy to zrobić. Wpięcie tej funkcji do systemu ogólnego sterowania przez LCN nie pociąga za sobą dodatkowych kosztów i dodatkowych aktywności podczas 30 lat użytkowania. Jak to wygląda w przypadku zaworu odcinającego wodę? Tu już sytuacja nie jest taka jednoznaczna i trzeba odpowiedzieć sobie na wiele pytań, zanim zdecyduje się na taki zawór i sterowanie nim:

- jaka jest żywotność zaworu (ile razy na przestrzeni 30 lat trzeba będzie go wymienić);
- jaka jest woda i stan rur wodociągowych w okolicy (ile razy w ciągu 30 lat trzeba będzie zawór czyścić, czyli wzywać fachowca, który odetnie dopływ wody i go przeczyszczy/wyczyści);
- czy nie będzie nas denerwowało, kiedy za każdym razem przy myciu podłóg czujnik zalania będzie odcinał wodę.

Właściciele posiadający bardzo drogie drewniane podłogi pewnie są skłonni znieść powyższe niedogodności, ale przy podłogach z płytek lub kamienia taka funkcja nie jest konieczna. Czy któraś z powyższych funkcji jest zła, czy dobra? Należy to rozpatrywać pod kątem tego, czy jest optymalna dla obiektu i jakie są konsekwencje użycia jednego niewinnego przekaźnika więcej lub mniej. W jednym obiekcie idealna będzie pompa do podlewania, a w drugim zawór odcinający – wszystko zależy od kontekstu, konkretnego obiektu i użytkownika.

6.3. Rozbudowa w oparciu o przewód magistralny

Wybierając system automatyki, często kierujemy się jego „zasięgiem”, czyli nominalną długością magistrali komunikacyjnej. W systemie LCN długość przewodu magistralowego wynosi 1 km i praktyka pokazuje, że można śmiało tę wartość przyjmować w projektach. Warstwa fizyczna magistrali to tylko jeden z aspektów – oprócz niego należy jeszcze brać pod uwagę liczbę

telegramów, jakie na niej się pojawiają. Trzeba o tym pamiętać, projektując długość magistrali. Rozróżnia ona komunikaty z dokładnością do milisekund i jeżeli sparametryzuje się dużo zapytań do różnych czujników plus potwierdzenia wykonania rozkazów, część danych można utracić, ponieważ będą następować w ilości nadmiarowej. Nie pomoże tu nawet bardzo rozbudowany algorytm buforowania i ponownego wysyłania.

| Time | Device | Value | Unit |
|--------------|---------------------|-------------------------------------|-----------------|
| 00:34:26:543 | M010 Czujniki_sesaw | 8000_M010 Czujniki_sesaw Wj3: WYL | Rampa: 0.50 sek |
| 00:34:37:574 | M010 Czujniki_sesaw | 8000_M010 Czujniki_sesaw Wj3: WYL | Rampa: 0.50 sek |
| 00:34:51:774 | M010 Czujniki_sesaw | Reg. 2 sad. wart.: 1505 | |
| 00:35:25:774 | M010 Czujniki_sesaw | Reg. 2 sad. wart.: 1507 | |
| 00:35:49:734 | M010 Czujniki_sesaw | Reg. 2 sad. wart.: 1508 | |
| 00:35:49:670 | M010 Czujniki_sesaw | Zak/BZVar: 1508 | |
| 00:36:10:573 | M010 Czujniki_sesaw | 8000_M010 Czujniki_sesaw Wj3: WYL | Rampa: 0.50 sek |
| 00:36:10:582 | M010 Czujniki_sesaw | 8000_M010 Czujniki_sesaw Wj3: WYL | Rampa: 0.50 sek |
| 00:36:10:793 | M010 Czujniki_sesaw | Reg. 2 sad. wart.: 1509 | |
| 00:36:40:773 | M010 Czujniki_sesaw | Reg. 2 sad. wart.: 1510 | |
| 00:36:18:551 | M010 Czujniki_sesaw | 8000_M010 Czujniki_sesaw Wj3: -2.0% | Rampa: 0.50 sek |
| 00:36:18:752 | M010 Czujniki_sesaw | Reg. 2 sad. wart.: 1508 | |
| 00:36:18:574 | M010 Czujniki_sesaw | 8000_M010 Czujniki_sesaw Wj3: WYL | Rampa: 0.50 sek |
| 00:37:00:747 | M010 Czujniki_sesaw | Reg. 2 sad. wart.: 1510 | |
| 00:37:17:551 | M010 Czujniki_sesaw | 8000_M010 Czujniki_sesaw Wj3: -2.0% | Rampa: 0.50 sek |
| 00:37:19:574 | M010 Czujniki_sesaw | 8000_M010 Czujniki_sesaw Wj3: WYL | Rampa: 0.50 sek |
| 00:37:43:554 | M010 Czujniki_sesaw | Reg. 2 sad. wart.: 1507 | |
| 00:37:51:745 | M010 Czujniki_sesaw | Reg. 2 sad. wart.: 1506 | |

Rys. 14. Grafika przedstawiająca milisekundowe wartości odstępów między kolejnymi rozkazami i informacjami o stanie sterownika

6.4. Rozbudowa na podstawie sieci komputerowej

Przy zastosowaniu sprzęgieł segmentowych, skrętki kategorii 5 lub światłowodów system LCN można rozbudować do dużo większych rozmiarów. Nie można określić dokładnej rozpiętości sieci, ponieważ wszystko zależy od jakości infrastruktury teleinformatycznej, a sieci VPN dają dodatkowe możliwości w tym zakresie.

6.5. Rozbudowa na bazie transmisji radiowej

W systemie LCN nie ma możliwości rozbudowy systemu komunikacji drogą radiową. Jedyny wyjątek stanowią aktywne transpondery radiowe służące do kontroli dostępu do systemów garażowych.

6.6. Rozbudowa na podstawie urządzeń mobilnych

Zdalny dostęp jest możliwy poprzez urządzenia mobilne pracujące na platformie Android oraz iOS.

6.7. Rozbudowa na bazie pilotów IR

LCN ma dwa rodzaje pilotów podczerwieni oraz odbiornik IR podpinane do sterownika. Na rynku istnieją również piloty uniwersalne z możliwością współpracy z odbiornikami LCN.

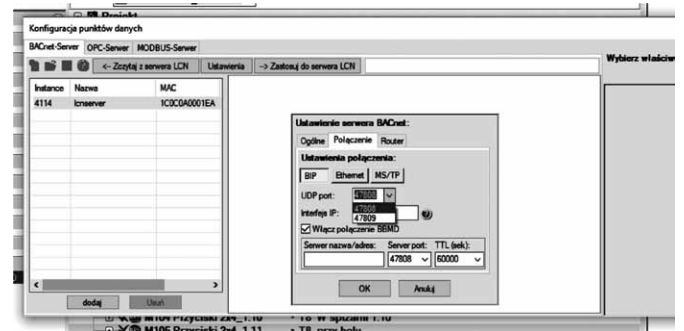
6.8. Rozbudowa w oparciu o urządzenia z innych automatyk

Istnieje kilka platform umożliwiających integrację LCN z innymi systemami (rys. 15). Podstawowe to:

- LCN GVS w połączeniu z LCN Pro;
- DOMIQ BASE;
- XBMS;
- Kieback & Peter;
- układy wejść/wyjść analogowo-cyfrowe, możliwość integracji z dowolnym systemem automatyki obsługującym wejścia i wyjścia bezpotencjałowe.

7. Podstawowe cechy ogólne instalacji LCN

Wady i zalety systemów automatyki to aspekt często dyskutowany zarówno przez ludzi z branży, jak i użytkowników. Mimo bogatej argumentacji niełatwo o jednoznaczną odpowiedź, ponieważ to, co dla jednych jest wadą, dla innych staje się zaletą. Poniżej przedstawiamy kilka faktów, a ich ocenę pozostawiamy czytelnikowi.



| Ekspander | Wejście | Komenda | Opis | Grupy | Ekspander |
|-----------------|---------|---------|------|----------------|-----------------|
| 0 - Nieaktywny | 1 | Test | | Przypisz grupy | 0 - Nieaktywny |
| 1 - Nieaktywny | 2 | Test | | Przypisz grupy | 1 - Nieaktywny |
| 2 - Nieaktywny | 3 | Test | | Przypisz grupy | 2 - Nieaktywny |
| 3 - Nieaktywny | 4 | Test | | Przypisz grupy | 3 - Nieaktywny |
| 4 - Nieaktywny | 5 | Test | | Przypisz grupy | 4 - Nieaktywny |
| 5 - Nieaktywny | 6 | Test | | Przypisz grupy | 5 - Nieaktywny |
| 6 - Nieaktywny | 7 | Test | | Przypisz grupy | 6 - Nieaktywny |
| 7 - Nieaktywny | 8 | Test | | Przypisz grupy | 7 - Nieaktywny |
| 8 - Nieaktywny | | | | | 8 - Nieaktywny |
| 9 - Nieaktywny | | | | | 9 - Nieaktywny |
| 10 - Nieaktywny | | | | | 10 - Nieaktywny |
| 11 - Nieaktywny | | | | | 11 - Nieaktywny |
| 12 - Nieaktywny | | | | | 12 - Nieaktywny |

Rys. 15. Przykładowe interfejsy do systemów, z którymi najczęściej następuje integracja LCN

7.1. Podstawowe zalety LCN

1. System i sterowniki swobodnie programowalne – duże możliwości programowania i tworzenia własnych algorytmów dostosowanych do konkretnego obiektu.
2. Jeden producent – firma Issendorff KG – ma pełną kontrolę nad jakością i kompatybilnością sterowników i całości systemu. Jednocześnie istnieją interfejsy do integracji z innymi systemami.
3. Duża odporność na wahania zasilania.
4. Stabilność transmisji – wielostopniowy system potwierdzania transmisji.

7.2. Podstawowe wady

1. System i sterowniki swobodnie programowalne – przygotowanie bardziej zaawansowanych algorytmów wymaga dużej wiedzy specjalistycznej.
2. Jeden producent ma monopol na sterowniki do tego systemu.

Powyżej te same aspekty były zaletami – wszystko zależy od kontekstu i konkretnej sytuacji.

Fragment pochodzi z książki:

K. Duszczyk, A. Dubrawski, A. Dubrawski, M. Pawlik, M. Szafranski
Inteligentny budynek, Wydawnictwo Naukowe PWN, 2019