ZESZYTY NAUKOWE POLITECHNIKI ŚLĄSKIEJ 2002
Seria: ELEKTRYKA z. 181 Nr kol.1540

Włodzimierz BOROŃ
Centrum Inteligentnych Systemów Automatyzacji Budynków
Instytutu Systemów Sterowania w Chorzowie

TECHNOLOGIA LONWORKS W AUTOMATYZACJI BUDYNKÓW

Streszczenie. W pracy zaprezentowano główne cechy nowoczesnych systemów automatyzacji budynku. Przedstawiono otwarty inteligentny system automatyzacji budynku SABIO zbudowany na bazie sieci sterowania LonWorks. Następnie opisano kilka koncepcji układów sterowania z wykorzystaniem zaawansowanych metod obliczeniowych, które mogą być zastosowane w systemie SABIO.

LONWORKS TECHNOLOGY IN BUILDING AUTOMATION

Summary. In the paper the main characteristic features of the modern building automation systems are considered. The open intelligent building automation system SABIO is also presented. This system has been developed on the basis of LonWorks control network. In the second part of the paper several concepts of control systems with the use of advanced computational methods are described. These systems can be applied to the SABIO system.

1. WPROWADZENIE

Szybki rozwój technologii w elektronice i informatyce stworzył warunki do oferowania inteligentnych systemów automatyzacji budynków, umożliwiających realizację rosnących wymagań związanych z bezpieczeństwem, komfortem i funkcjonalnością użytkowania budynków, a także dążeniem do oszczędności, zwłaszcza pod względem zużycia energii [1].

Inteligentne systemy automatyzacji przeznaczone do zastosowania w budynkach to systemy zbudowane na bazie najnowszych technologii elektronicznych, techniki mikroprocesorowej i coraz częściej działające według tzw. zaawansowanych metod obliczeniowych.

2. FUNKCJE SYSTEMÓW AUTOMATYZACJI BUDYNKÓW

Nowoczesne systemy automatyzacji budynków mają na celu zapewnienie bezpieczeństwa i komfortu klimatycznego w budynku oraz optymalizację zużycia energii, co minimalizuje koszty i sprzyja realizacji wymagań w zakresie ochrony środowiska [2, 3].

W zakresie zapewnienia bezpieczeństwa w budynku system automatyzacji może realizować następujące funkcje: sygnalizację włamania i napadu, kontrolę dostępu, dozór telewizyjny, sygnalizację zagrożenia pożarem, monitorowanie stanu sprzętu, lokalizację osób i sprzętu, sterowanie windami, ochroną terenu zewnętrznego, kontrolą dostępu do parkingów.

W zakresie komfortu klimatycznego system automatyzacji może realizować funkcje zapewniające komfort cieplny, odpowiednią jakość powietrza w pomieszczeniach budynku (wilgotność, zawartość CO_2) oraz wymagane sceny oświetlenia.

W zakresie zarządzania energią w budynku system automatyzacji może realizować nadzór i sterowanie: ogrzewaniem, gorącą wodą użytkową, poborem energii elektrycznej, wentylacją, klimatyzacją, oświetleniem, żaluzjami.

3. GŁÓWNE CECHY NOWOCZESNYCH SYSTEMÓW AUTOMATYZACJI BUDYNKÓW

Główne cechy nowoczesnych systemów automatyzacji budynków to możliwość integracji wszystkich podsystemów funkcjonalnych, otwartość systemu oraz realizacja funkcji z zastosowaniem zaawansowanych metod obliczeniowych.

Integracja

Dotychczas w budynkach były instalowane oddzielne systemy automatyki dla poszczególnych funkcji, np. kontroli dostępu, sterowania ogrzewaniem, klimatyzacją, oświetleniem.

Najpoważniejszą wadą takich systemów jest brak możliwości korzystania ze wspólnych danych. W rezultacie nie można skoordynować działania wszystkich systemów. Dlatego systemy automatyzacji budynków dedykowane do poszczególnych funkcji zaczęły być niewystarczające.

Rozpowszechnienie komputerów typu PC do celów pozyskiwania, przetwarzania i udostępniania informacji w systemach automatyzacji umożliwiło rozwój zintegrowanych systemów automatyzacji budynków [4]. Zaletą tego rodzaju systemów jest dostęp do danych ze wszystkich specjalizowanych systemów w jednym miejscu, czyli na stacji operatorskiej. Nie jest możliwe jednak bezpośrednie wykorzystywanie danych z jednego specjalizowanego systemu przez inny specjalizowany system. Na przykład informacja o obecności osób w pomieszczeniu w systemie kontroli dostępu nie jest dostępna dla systemu sterowania oświetleniem.

Dlatego powstała potrzeba stosowania zintegrowanych systemów automatyzacji budynków zapewniających zwiększenie możliwości współdziałania wszystkich urządzeń automatyki i wykorzystujących jedną instalację okablowania, co obniża koszty i ułatwia wprowadzanie zmian w systemie.

Otwartość

Obecnie w strategii rozwoju systemów automatyzacji zasadnicze znaczenie posiada otwartość systemu. Główną własnością otwartych systemów automatyzacji jest interoperacyjność, która oznacza, że różne urządzenia i systemy, produkowane do różnych zadań przez różnych producentów, mogą być łączone w ramach jednej elastycznej i funkcjonalnej sieci sterowania wykorzystywanej w systemie automatyzacji. Wybierając system otwarty zamiast typowego sytemu automatyzacji przy modernizacji lub rozbudowie budynku można zaoszczędzić do 40 % kosztów [5].

Inteligencja

Nowoczesne systemy automatyzacji budynków budowane są na bazie techniki mikroprocesorowej, co pozwala wykorzystywać złożone algorytmy obliczeniowe. Coraz częściej są to algorytmy wykorzystujące zaawansowane metody obliczeniowe. Do metod tych należą metody logiki rozmytej, sieci neuronowe, a także pojawiają się próby zastosowań algebry komputerowej i algorytmów genetycznych. Na bazie tych metod budowane są systemy ekspertowe oraz komputerowe systemy wizyjne.

4. TECHNOLOGIA LONWORKS

W pełni otwarte inteligentne systemy automatyzacji budynków mogą być realizowane na bazie technologii LonWorks, opracowanej przez amerykańską firmę Echelon [6]. Technologia LonWorks udostępnia producentom automatyki podstawowe elementy do budowy urządzeń spełniających wymagania interoperacyjności dla sieci sterowania LonWorks. Najważniejszy z tych elementów jest tzw. Neuron, układ scalony dużej skali integracji, zawierający mikroprocesory, pamięć i interfejs sieci.

Sieć LonWorks została opracowana z myślą o bardzo szerokim zastosowaniu w różnych dziedzinach techniki. Urządzenia automatyki z interfejsem komunikacyjnym stanowią węzły tej sieci. Komunikacja może być realizowana za pomocą różnych mediów z zastosowaniem specjalnego protokołu LonTalk. Medium komunikacyjnym może być: skrętka, linia zasilania, kabel koncentryczny, fale radiowe, podczerwień, światłowód.

Główni producenci urządzeń automatyki na bazie technologii LonWorks współpracują w ramach organizacji LonMark, ustalając wymagania zapewniające interoperacyjność tych urządzeń oraz jednolite zasady programowania dla różnych grup urządzeń w ramach tzw. profili funkcjonalnych. Organizacja LonMark certyfikuje urządzenia i nadaje prawo używania logo LonMark, które gwarantuje interoperacyjność dla sieci sterowania LonWorks.

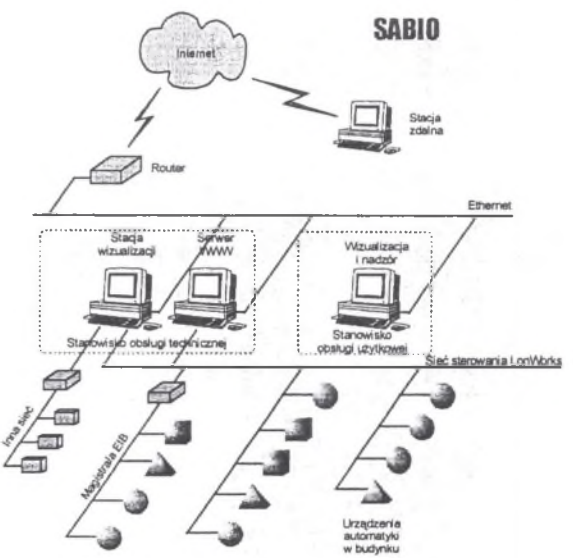
5. SABIO – INTELIGENTNY SYSTEM AUTOMATYZACJI BUDYNKU

System SABIO jest nowym inteligentnym systemem automatyzacji budynku opracowanym w Instytucie Systemów Sterowania. Przeznaczony jest do zastosowania w budynkach modernizowanych lub nowych. Stanowi zintegrowany system zapewniający bezpieczeństwo i komfort środowiskowy w budynku oraz optymalizację zużycia energii [7].

System zastępuje dotychczas oddzielnie instalowane systemy realizujące określone funkcje. Zapewnia możliwość współdziałania wszystkich urządzeń automatyki w budynku i wykorzystuje jedną standardową instalację okablowania.

5.1. Budowa systemu

W systemie SABIO można wyróżnić poziom automatyki i poziom zarządzania (rys. 1). Na poziomie automatyki system realizuje monitorowanie pracy urządzeń i sterowanie urządzeniami w instalacjach technicznych nadzorowanych obiektów. Na poziomie zarządzania system realizuje nadzór instalacji technicznych i efektywne zarządzanie eksploatacją budynku. Nadzorowane mogą być wszystkie urządzenia zarówno w pojedynczych budynkach, jak i w dużych kompleksach obiektów rozmieszczonych na rozległym terenie.



Rys. 1. Struktura systemu SABIO
Fig. 1. The structure of the SABIO system

5.2. Struktura funkcjonalna systemu

System SABIO składa się z podsystemów funkcjonalnych takich jak: podsystem kontroli dostępu, bezpieczeństwa, oświetlenia, ogrzewania, jakości powietrza, podsystem zarządzania energią elektryczną. Każdy podsystem składa się z szeregu grup funkcjonalnych, zbudowanych z zastosowaniem inteligentnych urządzeń automatyki dedykowanych do realizacji określonych funkcji.

Pojedyncza grupa funkcjonalna to zestaw urządzeń, które w ramach sieci LonWorks współpracują z jednym podstawowym modułem sprzętowym realizując określony rodzaj funkcji, np. sterowanie oświetleniem. Najczęściej podstawowym modułem sprzętowym grupy funkcjonalnej jest moduł sterownika z odpowiednim oprogramowaniem. W danym podsystemie zwykle występuje wiele grup funkcjonalnych jednego rodzaju.

5.3. Poziom automatyki

Poziom automatyki systemu SABIO obejmuje sieć sterowania LonWorks i urządzenia automatyki stanowiące węzły sieci LonWorks.

Podstawowymi urządzeniami automatyki stosowanymi w systemie są: moduły sterowników programowalnych, które zawierają specjalizowane programy do realizacji określonych funkcji, moduły uprawnień dostępu, moduły programów czasowych realizujące harmonogramy lub złożone programy przetwarzania danych, moduły koncentratorów sygnałów oraz moduły konwerterów interfejsów komunikacyjnych. Wszystkie te urządzenia wyposażone są w interfejs sieci LonWorks. Inne elementy systemu to: czujniki wielkości fizycznych, czujki, czytniki identyfikatorów oraz panele nastaw. Elementy te są stosowane w systemie zarówno w wersjach posiadających interfejsy sieci LonWorks lub bez tego interfejsu i wtedy są przyłączone bezpośrednio do wejść odpowiednich modułów. Pozostałe urządzenia automatyki wchodzące w skład systemu to elementy wykonawcze, takie jak: styczniki, siłowniki, rygle, sygnalizatory.

Obecnie wielu czołowych producentów urządzeń automatyki do zastosowań w budynkach oraz do przesyłu mediów energetycznych oferuje urządzenia z interfejsem LonWorks. Urządzenia te spełniają wymagania standardu LonMark zapewniając interoperacyjność w aplikacjach z wykorzystaniem produktów różnych producentów.

5.4. Poziom zarządzania

Poziom zarządzania systemu SABIO obejmuje stanowisko obsługi systemu oraz stacje zdalne. Stanowisko obsługi systemu składa się ze stanowiska obsługi technicznej i stanowiska obsługi użytkowej, bazujących na komputerach typu PC i pracujących pod systemem operacyjnym Windows lub Windows NT w sieci Ethernet. Oprogramowanie aplikacyjne zbudowane jest przy użyciu Programu Bazowego SABIO.

Główne funkcje stanowisk obsługi systemu to: wizualizacja, podgląd systemów funkcjonalnych i instalacji technicznych, nastawy, programowanie czasowe, monitorowanie, obsługa alarmów i zdarzeń, archiwizacja, podgląd trendów, generowanie raportów.

Zdalny dostęp do systemu automatyzacji poprzez sieć Intranet lub Internet zapewnia serwer WWW. Stację zdalną może stanowić dowolny komputer typu PC wyposażony w przeglądarkę internetową.

6. ZAAWANSOWANE METODY POMIARÓW I STEROWANIA

Poniżej przedstawiono kilka koncepcji układów sterowania z wykorzystaniem zaawansowanych metod obliczeniowych, które mogą być zastosowane w inteligentnym systemie automatyzacji budynku SABIO.

6.1. Optymalna regulacja komfortu klimatycznego w pomieszczeniu z uwzględnianiem preferencji użytkownika

W celu oszczędności energii coraz częściej w budownictwie stosowane są materiały izolacyjne. Wpływa to jednak na zmniejszenie naturalnej wymiany powietrza. Aby zapewnić odpowiednią jakość powietrza i komfort klimatyczny, konieczne jest, oprócz regulacji ogrzewania, również sterowanie wentylacją. Jednak dla użytkownika koordynacja obydwu obwodów regulacji jest trudna.

Poziom komfortu jest zależny od wielkości fizycznych takich, jak: temperatura powietrza, wilgotność, czystość i promieniowanie słoneczne, jasność, profil temperatury w pomieszczeniu, ruch powietrza. Także wpływ mają indywidualne czynniki, jak ubranie ludzi, ich aktywność, wiek, zdrowie.

Nie można przyjąć żadnych uniwersalnych zależności dla odczucia komfortu. Jednak w technice klimatyzacji przyjęte są granice termicznie satysfakcjonującej jakości powietrza.

Tak więc dla temperatury 20 – 22 °C przyjmuje się następujące graniczne wartości innych parametrów komfortu, czyli wilgotność względna 30 –70% i zawartość CO_2 w powietrzu poniżej 1000 ppm.

Zmienne stanu procesów klimatycznych w pomieszczeniu to temperatura, wilgotność względna i zawartość CO_2 w powietrzu jako gazu odniesienia dla jakości powietrza.

Stan klimatu w pomieszczeniu zakłócany jest przez różne wielkości mierzalne i niemierzalne dotyczące klimatu zewnętrznego i obecności osób w pomieszczeniu.

Na stan klimatu w pomieszczeniu, oprócz ciepła z grzejników, wpływa także wietrzenie za pomocą wentylatorów lub okien otwieranych automatycznie za pomocą siłowników. Zależność zmiennych stanu klimatu w pomieszczeniu od wielkości sterujących, wielkości mierzalnych zakłóceń i wielkości niemierzalnych jest złożona i nieliniowa. Dodatkowo zachowanie systemu jest silnie powiązane, gdyż zmiana mocy ogrzewania wpływa nie tylko na temperaturę wewnętrzną, ale także na wilgotność względną powietrza. Także zmiana w

sterowaniu wentylacją wpływa nie tylko na zmianę zawartości CO_2, ale także na wilgotność względną. Stwarza to trudności w ustaleniu optymalnej koordynacji ogrzewania i wentylacji.

Istnieje zatem potrzeba przyjaznego dla użytkownika sposobu zintegrowanej obsługi regulacji ogrzewania i wentylacji, pozwalając na optymalizację komfortu i kosztu odpowiednio do indywidualnych wymagań użytkownika, z uwzględnieniem bardzo różnych indywidualnych odczuć komfortu. Rozwiązaniem tego problemu może być układ automatycznej regulacji z zastosowaniem optymalizacji wielokryterialnej na bazie logiki rozmytej.

6.2. Sterowanie oświetleniem

Podstawowym celem oświetlenia jest zapewnienie bezpieczeństwa nocą, odpowiedniej widoczności w miejscach pracy i rozrywki lub zwiększenie atrakcyjności otoczenia dając poczucie komfortu.

Równomiernie oświetlone środowisko biurowe jest bardzo istotne dla efektywnej pracy. Jednak wydajność tego rodzaju systemów zwykle zmniejsza się z czasem przez starzenie się elementów elektrycznych i stopniowe zmiany środowiska pracy. Dlatego celowe jest stosowanie systemów automatycznego sterowania oświetleniem [8].

Idealny system sterownia oświetleniem w praktyce musiałby bazować na tysiącach mierników natężenia oświetlenia, aby monitorować zmiany oświetlenia w każdym punkcie objętym sterowaniem. Takie rozwiązanie byłoby nie do zaakceptowania ze względu na bardzo wysokie koszty. Dlatego najczęściej oświetlenie nie jest sterowane, a jedynie można włączać lub wyłączać określone strefy oświetlenia.

Zwykle projektowym kryterium oświetlenia jest zapewnienie określonego poziomu średniego natężenia oświetlenia.

Oprócz natężenia oświetlenia przestrzeni oświetlanej powinny być rozważone inne mniej znaczące czynniki, z których najważniejsze to straty atmosferyczne spowodowane powstającą w powietrzu wilgotnością i cząstkami stałymi. Straty zmieniają się w czasie, czyli w ciągu dnia, pory roku i miejsca, a także z wysokością terenu.

W obliczeniach projektowych należy uwzględnić również współczynnik eksploatacji, co pozwala określić straty światła z powodu zabrudzenia w przedziałach czasu pomiędzy czyszczeniem.

Wymagane warunki oświetlenia danej powierzchni można uzyskać przez zastosowanie układu sterowania oświetleniem z komputerowym systemem wizyjnym. System taki powinien zawierać dwie kamery CCD, za pomocą których tworzona jest mapa obszarów natężenia oświetlenia oraz algorytmy obliczeniowe wykorzystujące prawa fotometrii i metody analizy obrazów. Konieczność zastosowania dwóch kamer wynika z faktu, że za pomocą jednej kamery nie można zarejestrować zwierciadlanego odbicia światła padającego bezpośrednio, co może występować np., gdy światło słoneczne pada bezpośrednio do wnętrza pomieszczenia.

6.3. Wykrywanie i sygnalizacja zagrożeń

Obecnie stosowane systemy sygnalizacji zagrożeń często nie spełniają wymagań użytkowników. Na przykład czujniki dymu stosowane w systemach ppoż. często są zbyt czułe i powodują fałszywe alarmy. Czujniki ciepła charakteryzują się dużą zwłoką sygnalizacji zagrożenia. Wady te mogą być usunięte przez zastosowanie komputerowego systemu wizyjnego, który identyfikuje pojawienie się intruza, ognia lub dymu w chronionym obszarze. Taki system może stanowić uzupełnienie obecnie stosowanych systemów ppoż. i sygnalizacji włamania dając szybszy czas reakcji, redukując fałszywe alarmy i zwiększając niezawodność działania.

System wizyjny sygnalizacji zagrożeń może być zbudowany na bazie komputera typu PC z kartą graficzną i standardowymi kamerami CCTV.

System powinien zidentyfikować rodzaj zagrożenia, a zatem rozróżnić pojawienie się intruza od pojawienia się ognia lub dymu i zgłosić odpowiedni komunikat do systemu automatyzacji budynku w celu uruchomienia syreny lub otwarcia klap oddymiania.

W celu rozróżnienia między pojawieniem się intruza a pojawieniem się ognia lub dymu można zastosować metody analizy ruchu, np. metodę optycznego przemieszczania, bazującą na wykorzystaniu pola prędkości na płaszczyźnie obrazu, które powstaje w wyniku rzutu elementów ruchomych sceny na płaszczyznę obrazu.

Metoda ta może posłużyć do wykrywania zagrożenia przez ustalenie „stopnia chaosu" danego obiektu przedstawionego na obrazie, co może sugerować pojawienie się intruza lub ognia.

Ogień lub cząstki dymu zwykle występują na obrazie jako jasne smugi, a poziom szarości odpowiednich pikseli jest wysoki.

W pracy [8] wskazano, że gdy pole prędkości smugi charakteryzuje się wysokim stopniem chaosu, to występuje duże prawdopodobieństwo, że wykryto ogień lub dym, gdy obserwuje się niski stopień chaosu, bardziej prawdopodobne, że wykryto intruza.

Podstawowe zastosowanie systemu to wnętrza budynków, np. korytarze, magazyny.

7. PODSUMOWANIE

Inteligentne systemy automatyzacji budynków na bazie otwartych sieci komunikacyjnych, do których należy zaliczyć technologię LonWorks, dają dodatkowe korzyści w porównaniu z tradycyjnymi systemami automatyzacji budynków.

W fazie projektu i instalacji systemu w budynku do głównych korzyści można zaliczyć szeroki wybór produktów różnych producentów, spełniających warunek interoperacyjności, wspólne okablowanie dla systemu realizującego wiele różnych funkcji oraz szybsze i łatwiejsze uruchamianie systemu.

W fazie eksploatacji główne korzyści zastosowania otwartego inteligentnego systemu automatyzacji budynku to spełnienie wysokich wymagań funkcjonalnych użytkowników, przy zapewnieniu bezpieczeństwa i komfortu oraz oszczędności w zużyciu energii, łatwe

wprowadzanie modyfikacji i rekonfiguracji systemu w dowolnym czasie, możliwość dołączania nowych urządzeń, a także możliwość zwiększania funkcjonalności systemu przez dołączanie nowych inteligentnych urządzeń, bez utraty jego integralności.

Można przewidywać, że w najbliższych latach nastąpi dalszy postęp w zastosowaniach zaawansowanych metod obliczeniowych do nowoczesnych systemów automatyzacji budynków, przy zapewnieniu efektywnych, niezawodnych i oszczędnych rozwiązań [9]. Dalszy intensywny rozwój będzie obejmował metody pomiarów i sterowania w systemach rozproszonych, zarządzanie danymi oraz multimedialne interfejsy użytkownika.

LITERATURA

1. Kranz H.R., Gebäudeautomation im Wandel, atp, nr 3, 1997, s. 10-15.
2. Krause J., Sicherheit und Automation bilden im Gebäude eine Einheit, Elektro-praktiker, Berlin, nr 4, 2000, s. 294-295.
3. Selle T., Frühzeitige Planung erleichtet Genehmigung, Moderne Gebäude-technik, nr 5, 2000, s. 22-27.
4. Ryczer A., Zintegrowane systemy sygnalizacji w budynkach, klasyfikacja i wymagania, Inteligentny budynek – Integracja Systemów, nr 4, 1997.
5. Fischer P.,Kommunikation in der Gebäudeautomation, atp, nr 3, 1997, s. 16-26.
6. Boroń W., Lokalna sieć sterowania LON; Pomiary Automatyka Kontrola, nr 10, 1993, s. 247-249.
7. Boroń W., SABIO – inteligentny system automatyzacji budynku z zastosowaniem sieci sterowania Lonworks i Internetu, Mat. Konf. I Kongresu „Intelligent Building Systems", Kraków 2001,s. 3-14.
8. So A.T.P, Chan W.L., Intelligent Building Systems, Kluwer Academic Publishers, 1999.
9. McHale A.P.: Inteligencja rośnie. Perspektywy rozwoju inteligentnych budynków na świecie, Inteligentny Budynek – Integracja Systemów, nr 3, 1999, s. 29-32.

Recenzent: Dr hab. inż. Jerzy Bolikowski, prof. Uniwersytetu Zielonogórskiego
Wpłynęło do Redakcji dnia 1 grudnia 2001

Abstract

In the paper the main characteristic features of the modern building automation systems are presented. These features are: integration, interoperability and intelligence.

The integration of the building automation system consists in the co-operation of the all automation subsystems. The interoperability of the system means that the various devices developed for various tasks by different producers can be connected creating flexible, functional control systems. The intelligence means that a building automation system is developed on the basis of microprocessor devices, which use complex algorithms and the so-called computing intelligence methods.

In the paper the new intelligent building automation SABIO system is presented. It is developed on the basis of LonWorks technology. The SABIO system comprises the automation level and the management level. On the automation level the system realises the monitoring and control functions in technical installations of the building and effective management of the building exploitation.

In the second part of the paper several concepts of control systems are presented. These control systems are based on advanced computational methods like fuzzy logic and neural networks. They can be applied to intelligent building automation systems.

The first concept presented is the optimal climate comfort regulation in the room according to user preferences. The second concept is the computer vision based lighting control. The final concept is the computer vision system for security and fire detection.

In the summary benefits resulted from the use of open standard building automation systems are indicated.