



Zautomatyzowane czy inteligentne?

Systemy automatyki domowej

Automatyzacja budynków mieszkalnych jest odpowiedzią na zmiany naszego trybu życia. Szukamy rozwiązań, które zdejną z nas część obowiązków, oraz udogodnień, dzięki którym czujemy się bardziej komfortowo. Jednocześnie chcemy wszystko kontrolować, ale oczekujemy, że będzie to możliwe w łatwy i wygodny sposób. Producenci systemów automatyki domowej starają się wychodzić naprzeciw naszym wymaganiom.

Dziś dom nie jest tylko schronieniem, jest miejscem łączącym takie sfery życia jak praca, rozrywka, wypoczynek czy fitness. Dostosowanie do tylu różnych funkcji wymaga nie tylko odpowiedniego wyposażenia, ale także możliwości konfigurowania, dostosowywania do aktualnych potrzeb. Oprócz tego dom powinien być miejscem, które zapewnia optymalne warunki dla dobrego samopoczucia i zdrowia, oraz miejscem w którym czujemy się komfortowo i bezpiecznie.

Realizacja tych wszystkich zadań wymaga zastosowania nowych technologii, które nazywane są systemami automatyki domowej,

systemami smart home czy instalacjami inteligentnego domu. Dotyczą one wielu różnych dziedzin składających się na funkcjonowanie domu. Wyszczególnimy teraz najważniejsze z nich i opiszemy jakie mają możliwości i jakie przynoszą korzyści.



Fotografia 1. Żarówka LED do systemów smart home



Fotografia 2. Komplet oświetlenia do systemów smart home – żarówka, przekaźnik oraz mostek łączący wiele urządzeń

Oświetlenie

Jedną z pierwszych instalacji, która ewoluowała w kierunku automatyki domowej jest instalacja oświetleniowa. Sterowanie elementami oświetlenia pozwala realizować wiele funkcji i przyczynia się do poprawy komfortu, zdrowia i bezpieczeństwa.

Komponenty oświetleniowe zaliczane do produktów **smart home** w przeważającej części są wykonane z zastosowaniem technologii LED. Pozwalają nie tylko na włączanie i wyłączenie sterowane centralnie i/lub zdalnie. W takich źródłach światła niemal zawsze można ustawić temperaturę barwy światła oraz jego intensywność. Niektóre produkty występują w wersjach RGB i pozwalają ustawić kolor emitowanego światła.

Automatyczne sterowanie oświetleniem przede wszystkim przekłada się na oszczędność energii. Światło włączane jest tylko tam, gdzie rzeczywiście jest potrzebne i wyłączane automatycznie, gdy wszystkie osoby opuszczą pomieszczenie lub światło dzienne jest wystarczająco intensywne. Do realizacji takiej funkcjonalności, oprócz sterowanych źródeł światła niezbędne są czujniki obecności, czujniki ruchu i czujniki oświetlenia. **Oszczędności wynikające z inteligentnego sterowania oświetleniem szacuje się na ok. 20% łącznych kosztów energii oświetlenia.**

Ustawienie temperatury barwowej pozwala dobrać najbardziej optymalne światło do aktualnej pory dnia i warunków pogodowych. Taka funkcjonalność wpływa pozytywnie na kondycję naszego wzroku, ale także na nasze samopoczucie. Światło o cieplej barwie uspokaja, pozwala się skupić, dobrze się przy nim pracuje, natomiast światło zimne pobudza naszą aktywność, ale jednocześnie szybciej nas męczy.

Sterowanie intensywnością oświetlenia pozwala zredukować zużycie energii, ale tylko nieznacznie. Oszczędności szacuje się na poziomie 10...15%. Głównym uzasadnieniem dla tej funkcjonalności jest nasz komfort. O późnej porze intensywne światło wywołuje efekt oślepienia. Zredukowanie mocy światła w odpowiednich godzinach dostosuje je do naszego dobowego rytmu. Natomiast słabe oświetlenie nocne umożliwi bezpieczne poruszanie się, a jednocześnie nie zakłóci snu innych osób.

Rosnąca popularność źródeł światła LED RGB sprawia, że są coraz częściej stosowane jako domowe oświetlenie dekoracyjne. Największą popularnością cieszą się taśmy rgb, które można nazwać oświetleniem do zadań specjalnych. Zwykle



Fotografia 3. Włacznik dotykowy, bezprzewodowy



Fotografia 4. Moduł ściemniacza oświetlenia sterowany przez Wi-Fi



Fotografia 5. Moduł wykonawczy np. do sterowania oświetleniem

nie stanowią one oświetlenia funkcjonalnego, natomiast ich podstawową funkcją jest nadanie wnętrzom wyjątkowego charakteru poprzez oświetlenie różnych detali lub powierzchni światłem o dowolnym kolorze. Dodatkowo barwa światła może być zmieniana w zależności od pory dnia lub na życzenie domowników.

HVAC

Ten akronim to skrót od *Heating, Ventilation, Air Conditioning* i odnosi się do systemów odpowiedzialnych za utrzymanie właściwej jakości powietrza w pomieszczeniach.

Najistotniejszym parametrem powietrza w pomieszczeniach mieszkalnych jest jego temperatura. **Nie ma jednej prostej reguły określającej optymalną temperaturę dla człowieka, ponieważ każdy z nas inaczej ją odczuwa. Jest to uwarunkowane naszym wiekiem, płcią, rodzajem wykonywanej pracy, aktywnością fizyczną a nawet uwarunkowaniami genetycznymi.** Za niska temperatura wywołuje dyskomfort, nie pozwala normalnie funkcjonować i może niekorzystnie wpłynąć na zdrowie. Nie zaleca się, także przegrzewania domów. Zbyt wysoka temperatura również pogarsza nasze samopoczucie, sprawia, że stajemy się bardziej ospali, a jednocześnie przyczynia się do problemów ze snem. Wzrasta też nasza podatność na infekcje, co jest efektem wysuszenia śluzówek.

Zalecane wartości temperatur dla różnych pomieszczeń warto utrzymywać według poniższego schematu:

- salon/pokój dzienny: 20...22°C,
- pokój dziecięcy: 20...22°C,
- sypialnia: 16...18°C,



Fotografia 6. Głowica regulująca temperaturę grzejnika oraz czujnik temperatury



Fotografia 7. Panel sterujący do systemu regulacji temperatury



Fotografia 8. Bezprzewodowy czujnik parametrów powietrza

- kuchnia: 17...19°C,
- łazienka: 22...24°C,
- pomieszczenie gospodarcze, spiżarnia: 12...14°C

To obrazuje, jak elastyczny i rozbudowany powinien być system odpowiedzialny za utrzymanie optymalnej temperatury. Niemal każde pomieszczenie wymaga zainstalowania czujnika i systemu regulującego temperaturę. W zależności od warunków – w czasie zimy wymagane jest ogrzewanie, natomiast w czasie lata, schładzanie temperatury pomieszczeń. Natomiast dla uzyskania optymalnych warunków mieszkaniowych, przy jednoczesnym zachowaniu możliwych oszczędności, ustawienia powinny być korygowane zarówno w cyklu dobowym jak i rocznym.

Utrzymywanie odpowiedniej temperatury, zarówno ogrzewanie jak i schładzanie wymaga dużego nakładu energetycznego, a więc jest kosztowne. **Obniżenie temperatury pomieszczeń o 1°C przynosi oszczędności rzędu 10% kosztów ogrzewania w sezonie grzewczym.** Inteligentne sterowanie tym parametrem przekłada się na znaczne korzyści. Prostem i skutecznym zabiegiem jest obniżenie temperatury na czas nieobecności domowników – pobyt w pracy czy w szkole. Jednak ważne jest, aby przywrócić komfortowe warunki przed powrotem domowników, ponieważ proces regulacji temperatury powietrza cechuje się pewną bezwładnością. Nie można też przesadzać z różnicą temperatur, ponieważ wywoła to efekt wychłodzenia ścian i powrót do pierwotnej temperatury będzie trwał długo i będzie wymagał dodatkowej energii, co w efekcie zniweluje oszczędności. Różnica temperatur rzędu 3°C może już wywołać taki efekt.

Drugim ważnym parametrem, ściśle powiązany z temperaturą jest wilgotność powietrza, która określa zawartość pary wodnej w powietrzu. Prawidłowa wilgotność w pomieszczeniach zamkniętych powinna mieścić się w granicach 30...65%. Zakres najbardziej optymalny dla człowieka to 40...60%. Taka wilgotność sprzyja zdrowiu człowieka, ale jest również korzystna dla podłóg, mebli, ubrań oraz książek. Minimalna wartość wilgotności powietrza w mieszkaniach nie powinna być niższa niż 30%, ponieważ wtedy doświadczamy nadmiernego wysychania błon śluzowych oraz zintensyfikowanego unoszenia w powietrzu drobinek pyłu. Informacje na ten temat zawierają normy PN-EN 15251:2012 oraz PN-EN 7730:2006.

Wilgotność powietrza w domu zmienia się w zależności od pory roku. W zimie, przy działającym ogrzewaniu i nieczęstym wietrzeniu pomieszczeń, wilgotność powietrza jest bardzo niska, może spaść nawet do 20%. W okresie ciepłego lata z obfitymi opadami, wilgotność może



Fotografia 9. Czujnik dymu

wynosić nawet 80...90%. Tak wysoka wartość sprawia, że odczuwamy chłód i zmagamy się z niezbyt dobrym samopoczuciem, a nawet może powodować choroby górnych dróg oddechowych. Ponadto, zbyt duża ilość pary wodnej w powietrzu powoduje zawilgocenie ścian i zaparowane szyby, co sprzyja powstawaniu grzybów i pleśni. W takich nie schnie pranie ani umyte podłogi.

Sposobem na utrzymanie właściwej wilgotności powietrza w domu jest zapewnienie właściwej wentylacji. Obecne, bardzo szczelne budownictwo powoduje, że wentylacja grawitacyjna nie zawsze jest wystarczająco wydajna. Jej skuteczność zależy od m.in. od różnicy temperatur na zewnątrz i wewnątrz pomieszczeń czy siły wiatru. Niezbędne staje się stosowanie systemu wentylacji wymuszony, która w sposób mechaniczny wymusza wymianę powietrza. Składa się z wentylatora, kanałów i kratki wyrzutowych zlokalizowanych w pomieszczeniach oraz wyrzutu powietrza zużytego na zewnątrz budynku. Zaawansowane systemy wentylacyjne wyposażone są w rekuperator, który pozwala odzyskać znaczną część ciepła z powietrza usuwanego z pomieszczeń.

Systemy wentylacji, powinny także zadbać o czystość powietrza. W powietrzu mogą znajdować się pyły zawieszone, nieprzyjemne zapachy, alergeny, bakterie, wirusy a nawet substancje szkodliwe i toksyczne. Za pomocą odpowiednich czujników takie zanieczyszczenia można wykrywać, a w przypadku przekroczenia dopuszczalnych wartości należy zapewnić odpowiednią cyrkulację oraz oczyszczanie powietrza. Takie działania chronią zdrowie i zapewniają dobre samopoczucie, a także poprawią komfort oddychania w przypadku alergików i astmatyków.

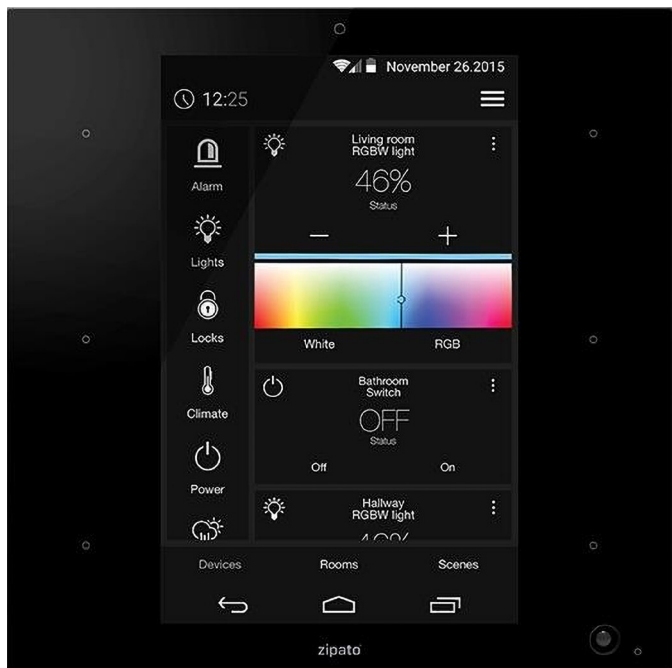
Sterowanie pracą instalacji HVAC nie jest proste. Optymalne nastawy urządzeń zależą od wielu czynników zewnętrznych oraz tych panujących w pomieszczeniach. Satysfakcja użytkowników pomieszczeń jest głównym celem, który jednak musi być osiągnięty w sposób najefektywniejszy ekonomicznie oraz jak najmniej dokuczliwy dla środowiska. Dlatego oprócz informacji z czujników temperatury i wilgotności system powinien uwzględniać wskazania czujników dwutlenku węgla, zanieczyszczeń i detektorów ruchu, aby dostosować wydajność do ilości i rozlokowania osób oraz ich aktywności fizycznej. **Oszczędności wynikające z optymalnego sterowania instalacją HVAC mogą sięgnąć nawet 40% bez negatywnego wpływu na komfort mieszkańców.**

Multimedia

Instalacje dbające o zdrowie i komfort są najważniejsze, jednak klienci coraz większą wagę przykładają do szeroko rozumianych funkcji multimedialnych automatyki domowej. Do tej kategorii należą systemy



Fotografia 10. Nowoczesny panel sterujący



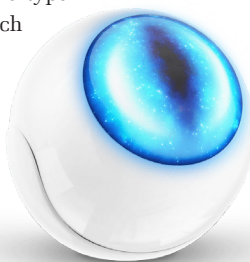
Fotografia 11. Panel sterujący i centralka do systemu smart home

odpowiedzialne za rozrywkę i zabawę oraz systemy realizujące interakcje z użytkownikiem, umożliwiające sterowanie i monitorowanie, lokalne oraz zdalne. Mogą być bardzo złożone i integrować takie urządzenia, jak: telewizor smart tv, system audio wraz z nagłośnieniem wszystkich pomieszczeń, router internetowy, sieciowe urządzenie magazynujące dane NAS (*Network Attached Storage*), urządzenia typu Gateway realizujące dostęp sieciowy do innych systemów, monitoring, domowe komputery PC, konsole do gier, tablety i smartfony, oraz urządzenia pełniące funkcje asystentów głosowych i paneli sterujących.

Podstawową funkcją takiej instalacji jest dostęp różnych urządzeń do zasobów lokalnej sieci. Umożliwia to przesyłanie strumieniowe treści multimedialnych pomiędzy dowolnymi urządzeniami w sieci lokalnej. Dzięki temu telewizor służy oglądaniu nie tylko transmisji telewizyjnych czy treści internetowych, ale także materiałów z domowej kolekcji, obrazu z tabletu czy domofonu. Ulubiona muzyka z naszego smartfona może rozbrzmiewać w tym pomieszczeniu, w którym właśnie przebywamy, a gdy zmienimy miejsce, muzyka „podąży” za nami.

System multimedialny może być połączony z innymi systemami automatyki domowej. Wtedy urządzenia, takie jak smartfon czy tablet, stają się uniwersalnymi pilotami i pozwalają sterować niemal wszystkimi funkcjami różnych instalacji. Sterowanie może być realizowane poprzez komendy głosowe interpretowane przez urządzenia pełniące funkcje asystentów głosowych oraz poprzez gesty z pomocą urządzeń typu Motion Sensor. Dedykowane panele sterujące stają się wtedy zbędne, a wszelkie polecenia wydajemy w bardzo wygodny sposób.

Rozszerzeniem tej funkcjonalności jest sterowanie zdalne. Systemy sterowania,



Fotografia 12. Inteligentny czujnik ruchu



Fotografia 13. Asystent głosowy



Fotografia 14. Centralka bezprzewodowa – Gateway dla urządzeń smart home

które wychodzą poza mieszkanie – umożliwiają dostęp przez internet, pozwalają w łatwy sposób kontrolować np. oświetlenie i temperaturę oraz monitorować mieszkanie, korzystając z oprogramowania komputerowego albo aplikacji mobilnej. Zarówno na laptopie jak i smartfonie czy tablecie do dyspozycji są te same opcje.



Fotografia 15. Gniazdo zasilania sterowane bezprzewodowo

Bezpieczeństwo i ochrona

Systemy odpowiedzialne za bezpieczeństwo obejmują wiele aspektów, spośród których możemy wyłonić 3 główne kategorie. Pierwsza kategoria dotyczy ochrony przed zagrożeniami takimi jak pożar, zalanie czy groźba zatrucia. Sieć czujników rozmieszczonych w krytycznych miejscach szybko wykryje wycieki wody, pojawienie się ognia lub dymu, tlenku węgla, gazu czy spalin. Zaprogramowany scenariusz działań natychmiast zablokuje dopływ wody, gazu lub odłączy zasilanie odpowiednich gałęzi instalacji, a w razie potrzeby rozpocznie się intensywne wietrzenie pomieszczeń. Kolejnym krokiem będzie ostrzeżenie mieszkańców o niebezpieczeństwie poprzez odpowiednie komunikaty lub alarm i w razie potrzeby automatyczne powiadomienie odpowiednich służb ratowniczych i właścicieli.

Druga kategoria dotyczy ochrony przed włamaniem. Czujniki zamontowane w oknach i drzwiach natychmiast wykryją próbę włamania i uruchomią sekwencje alarmową. Rozbudowane systemy posiadają czujniki ruchu, które zasygnalizują o obecności zanim dojdzie do czegoś złego. Zwykle połączone są z monitoringiem z funkcją rejestracji, możliwością podglądu on-line oraz dwukierunkową komunikacją głosową.

Chronione powierzchnie podzielone są na strefy, a te mogą posiadać niezależne harmonogramy czasowe. W zależności od miejsca i momentu zadziałania czujników uruchamiane są różne scenariusze alarmowe, np. natychmiastowy, z opóźnieniem, z poinformowaniem firmy ochroniarzkiej lub tylko z powiadomieniem do właściciela. Pozwala to uniknąć fałszywych alarmów. Stan instalacji – czujników, zamków, alarmu i kamer można na bieżąco monitorować, a cała historia zdarzeń jest zapisywana, co pozwala łatwo ustalić np. kiedy zostały otwarte drzwi.

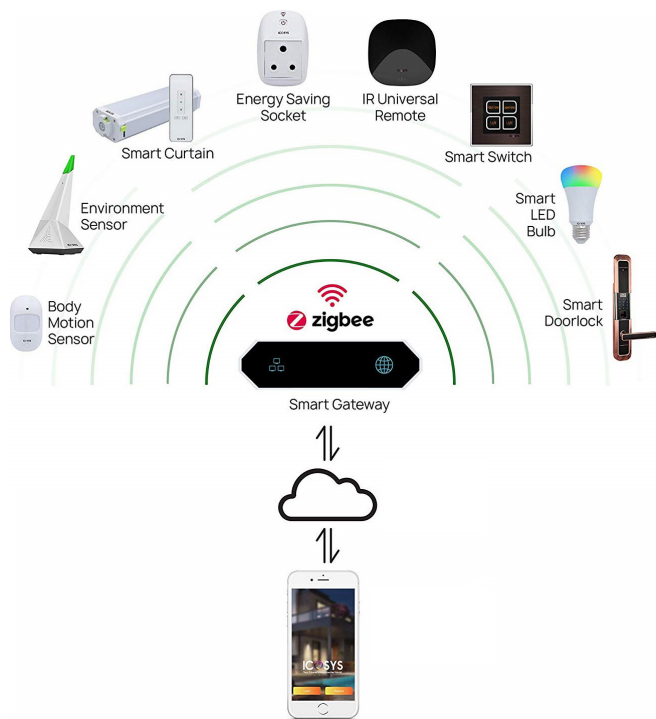
Jeszcze jedną funkcją tego systemu jest symulacja obecności. Wiarygodne udawanie obecności domowników wymaga sterownia oświetleniem, roletami, a nawet muzyką. To z pewnością zniechęci potencjalnych włamywaczy.

Niebezpieczeństwo

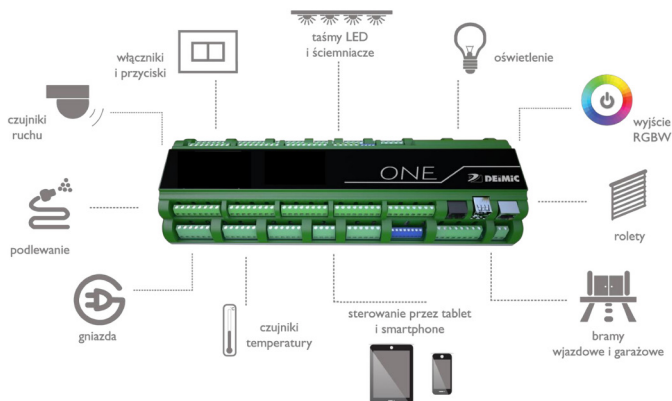
Oprócz wielu korzyści nowoczesne systemy niosą ze sobą pewne ryzyko. Niektóre z elementów wyposażenia domu jak smartfony czy tablety mogą zostać wyniesione na zewnątrz i posłużyć do uzyskania dostępu

do domowej sieci. Większość producentów takiego sprzętu zakłada, że będą one używane tylko przez domowników. Osoba niepowołana, może wykorzystać takie urządzenie do zmiany ustawień, haseł, konfiguracji sprzętu i oprogramowania.

Innym zagrożeniem jest możliwość naruszenia sfery prywatnej. Wiele systemów zarządzanych jest przez aplikacje mobilne i również wiele korzysta z przechowywania danych w chmurze. Uzyskanie dostępu do konta użytkownika, czy to przez skradzione urządzenie, czy przez uzyskanie danych do logowania, daje osobom trzecim dostęp do prywatnych danych. Jeśli trafią w niepowołane ręce mogą być wykorzystane w złym celu.



Fotografia 16. Funkcje centrali bezprzewodowej



Fotografia 17. Centrala instalacji przewodowej



Fotografia 18. Czujnik drzewiowy oraz odbiornik – bramka

Zautomatyzowany czy inteligentny?

Każdy nowoczesny budynek zostaje wyposażony w systemy automatyki budynkowej, czyli możliwość pełnego sterowania urządzeniami domowymi, oświetleniem, klimatyzacją itd.

Ograniczenie ingerencji człowieka w działanie takich instalacji wymaga możliwości komunikacji pomiędzy nimi tak, aby tworzyły spójny system. Taki system można odpowiednio zaprogramować i wtedy zacznie działać niemal samodzielnie.

Aby umożliwić komunikację i interakcję pomiędzy różnymi urządzeniami zostają one połączone siecią. W zależności od standardu, połączenie może być bezprzewodowe (np. Bluetooth, WLAN/Wi-Fi, Z-Wave/ZigBee) lub kablowe (Ethernet, Powerline itp.). W kompleksowych systemach znajduje się centralna jednostka sterująca zwana Gateway, która umożliwia komfortowe zarządzanie całym systemem oraz nadzoruje komunikację połączonych ze sobą urządzeń. Zbiera i zapisuje dane z czujników, oraz rozsyła nastawy i zadania dla urządzeń końcowych. Gateway może być sterowany z dedykowanych paneli sterujących.

System integrujący wszelkie instalacje automatycznego sterowania w budynku nazywany jest systemem zarządzania budynkiem BMS (*Building Management System*). Łączy on wszystkie systemy w jedną całość, kontroluje pracę i parametry poszczególnych urządzeń, ostrzega o ewentualnych problemach. Jednak BMS odnosi się przede wszystkim do takich budynków jak biurowce, hotele, centra handlowe czy szpitale i pozwala sprawnie, a ponadto oszczędnie zarządzać całym obiektem z jednego miejsca.



Fotografia 19. Zestaw urządzeń do ochrony pomieszczeń

Pojęcia inteligentnego domu, czy też smart home okazują się być bardzo enigmatyczne i mieszają się z takimi hasłami jak inteligentne instalacje czy automatyka budynkowa. Jednak z pewnością dotyczą takiego miejsca (domu, mieszkania), w którym wszystkie niezależne instalacje tworzą jeden zintegrowany, w pełni zautomatyzowany system, który według preferencji i potrzeb swoich mieszkańców zarządza wszystkimi instalacjami. Przejście od zwykłej automatyki do inteligentnego domu zwiększa komfort mieszkańców, ich poczucie bezpieczeństwa oraz ogranicza zużycie energii.

Niestety taki opis pozostawia pewien niedosyt. Sterowanie zgodnie, z nawet najbardziej skomplikowanym harmonogramem, integrujące nawet bardzo wiele urządzeń, to tylko rozbudowana automatyka, a nie inteligentny system. Jednak w najnowszych rozwiązaniach optymalizacja pracy urządzeń i systemów w budynku nie polega jedynie na szybkim reagowaniu na bodźce, czy na szybkim wykonywaniu poleceń, ale również na przewidywaniu tego, co się wydarzy lub może wydarzyć i odpowiednim dopasowaniu działań. Zastosowanie takich technik jest szczególnie istotne w układach HVAC, w których bezwładność działania zawsze była problemem.

Dzięki rozwojowi systemów magazynowania energii elektrycznej, m.in. Power Wall oraz źródeł ekologicznej energii, nowa technika znajduje zastosowanie w optymalizacji kosztów energii. Uwzględniając prognozy kosztów, prognozy pogody, dobowe taryfy opłat i dobowe zapotrzebowanie użytkowników inteligentna instalacja może

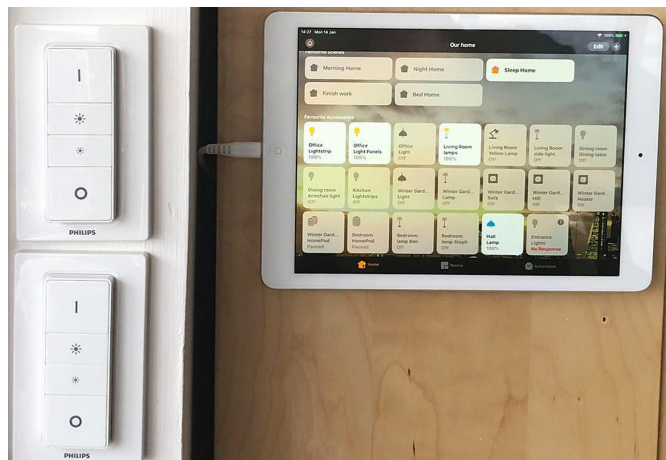
tak balansować użyciem źródeł i magazynów energii, aby koszty były jak najmniejsze.

Technika prognozowania opiera się na sterowaniu predykcyjnym MPC (model predictive control). Tradycyjne regulatory ze sprzężeniem zwrotnym dostosowują swoje działanie do odpowiedzi na zmiany wielkości wyjściowych układu. W sterowaniu predykcyjnym regulator dostosowuje swoje działanie z wyprzedzeniem, zanim nastąpią zmiany wielkości wyjściowych układu.

Nie tylko zalety

Wysokie koszty inwestycyjne są wciąż zasadniczą wadą, która odstrasza potencjalnych zainteresowanych do instalowania rozbudowanych systemów inteligentnego domu. Wprawdzie koszty zaoszczędzonej energii są silnym kontrargumentem ale całkowity zwrot nakładów finansowych jest procesem długotrwałym w odniesieniu do aktualnych kosztów systemów automatyki.

Przeważająca większość nowoczesnych systemów automatyki domowej to systemy bezprzewodowe. Montaż nie wymaga kucia ścian i dodatkowej instalacji, wystarczy podłączyć wszystkie elementy systemu za pomocą łączności bezprzewodowej. Jednak problemem stała się kompatybilność urządzeń różnych producentów. Choć sytuacja poprawia się, to wciąż jest wiele do zrobienia na tej płaszczyźnie. Decydując się na jednego producenta unikniemy problemów z rozbudową instalacji, ale może nas ograniczać niewystarczający wachlarz rozwiązań. Przy łączeniu różnych elementów rozwiązań typu smart, główną barierą są niejednolite możliwości komunikacyjne urządzeń różnych producentów. Różne protokoły, karty rozszerzeń i standardy komunikacyjne często prowadzą do tego, że pełna komunikacja między wszystkimi systemami w budynku nie jest możliwa. Z tego też powodu, dla ujednolicenia standardów komunikacyjnych powstała fundacja OCF (Open Connectivity Foundation), której celem jest opracowanie i rozwój



Fotografia 20. Rozbudowany panel sterujący

standardowej specyfikacji dla możliwie wszystkich urządzeń skojarzonych z systemami smart.

Podsumowanie

Żyjemy coraz szybciej i czas nabiera coraz większej wartości. Chcemy żyć wygodniej, dlatego szukamy rozwiązań umiających i ułatwiających nasze życie. Systemy inteligentnych domów pozwalają zaoszczędzić czas realizując za nas wiele zadań. Oraz zapewniają komfort dostosowując dom do naszych preferencji i aktualnych potrzeb. Te oraz wiele innych przydatnych funkcjonalności realizują z zachowaniem jak najlepszego bilansu energetycznego. W czasach, gdy ograniczanie emisji CO₂ jest egzekwowane wysokimi karami finansowymi, a internet staje się miejscem wszystkich rzeczy, takie cechy mogą mieć decydujące znaczenie.

Damian Sosnowski, EP

REKLAMA



Obudowy Kradex do systemów automatyki budynkowej

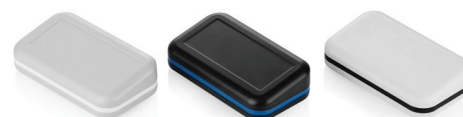
- ✔ **Z120** - idealna do sterowania urządzeniami domowymi, jak oświetlenie



- ✔ **Z124** - idealna jako pomocniczy pulpit sterujący dla rozwiązań inteligentnego domu



- ✔ **Z127 z dedykowanymi ringami i uchwytem montażowym** - idealna jako pomocniczy pulpit sterujący dla rozwiązań inteligentnego domu



▶ Zeskanuj i zobacz film



KRADEX@KRADEX.COM.PL



WWW.KRADEX.COM.PL