



# Inteligentne systemy budynków

Andrzej URBANIAK



## Inteligentne systemy budynków

- Geneza hasła: Intelligent Building Systems – IBS
- Czynniki rozwoju:
  - burzliwy rozwój informatyki
  - rozwój technologii wykonania budynków

Dwa istotne pytania:

*W jaki sposób wykorzystać efektywnie wiedzę informatyczną?*

*W jaki sposób wykorzystać nowe technologie wykonania budynków?*

Inteligentne systemy budynków (2)

Pojęcie Intelligent Building Systems pojawiło się latach 90-tych ubiegłego stulecia w Stanach Zjednoczonych. W dużych zakładach produkujących samoloty w procesach o wysokim stopniu automatyzacji i robotyzacji pojawiły się problemy zarządzania i sterowania halami produkcyjnymi, ich wyposażeniem i zmiennością funkcji. Dostosowanie pomieszczeń fabrycznych i biuro-projektowych do zmieniającej się dynamicznie produkcji wymagało olbrzymiego nakładu sił i środków. Coraz częściej obiekty te posiadały bardzo rozwiniętą infrastrukturę informatyczną i koszty ich eksploatacji zaczęły stanowić poważny udział w kosztach całego przedsięwzięcia produkcyjnego. Pojawiła się zatem potrzeba globalnego spojrzenia na te zasoby jakimi są hale produkcyjne oraz pomieszczenia biurowo-projektowe. Szybko okazało się, że nie można przenieść wprost doświadczeń z zakresu automatyzacji i robotyzacji produkcji na te obiekty. Wówczas pojawiło się pojęcie inteligentnych systemów budynków (Intelligent Building Systems) nie do końca na początku rozumiane jednoznacznie, ale intuicyjnie chodziło o wykorzystanie metod i narzędzi informatycznych do optymalizacji eksploatacji tych obiektów w takim stopniu, aby działanie to wspierało procesy jakie odbywają się w tych pomieszczeniach.

Możliwości rozwiązania powyższych problemów wydawały się oczywiste z uwagi na fakt niezwykle intensywnego rozwoju informatyki oraz powstałych nowych technologii realizacji budynków.

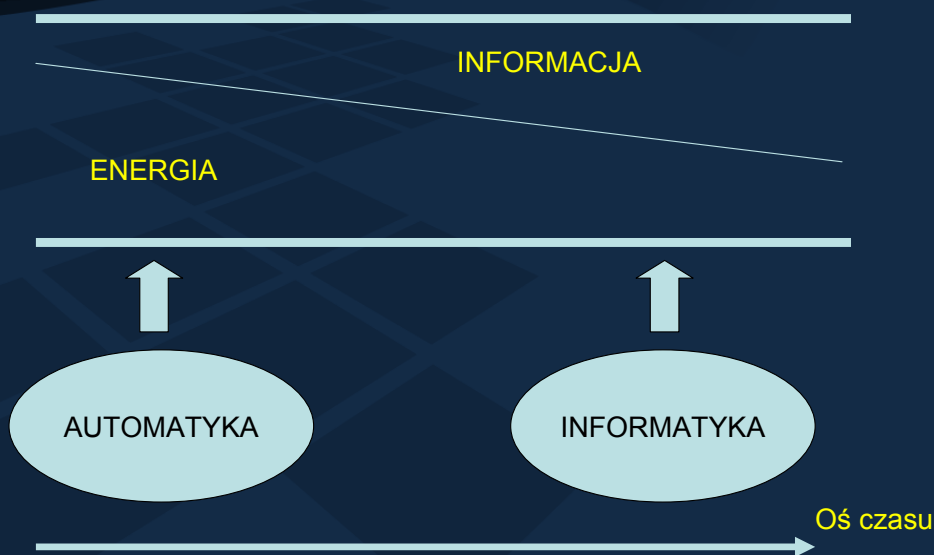
Problem można by sprowadzić do dwóch istotnych pytań:

*W jaki sposób wykorzystać efektywnie wiedzę informatyczną?*

*W jaki sposób wykorzystać nowe technologie wykonania budynków?*



## Trochę historii...



Inteligentne systemy budynków (3)

Przyjmując za Albertem Einsteinem równoważność energii i masy możemy stwierdzić, że działalność człowieka dotyczy przetwarzania dwóch strumieni energii i informacji. Historycznie rzecz ujmując różne były udziały tych dwóch strumieni w różnych okresach działalności. Nie sięgając w zbyt odległe czasy, można porównać udziały obu tych strumieni w okresie tak zwanej rewolucji przemysłowej (wiek pary i później elektryczności) oraz w czasach współczesnych (czasem mówi się o wieku informacji). Niewątpliwie w okresie rewolucji przemysłowej najważniejsza była energia (masa). Posiadacz energii (środków i materiałów do produkcji) był panem sytuacji. Strumień energii zdecydowanie dominował nad strumieniem informacji. Ważność strumienia energii stymulowała rozwój automatyki, której głównym zadaniem była optymalizacja zużycia energii. Z tego okresu wywodzą się systemy automatyki procesów i obiektów (w tym również budynków) ze szczególnym uwzględnieniem wykorzystania energii. W obiektach typu hale produkcyjne i budynki odnosiło się to głównie do systemu grzewczego, klimatyzacyjnego i oświetlenia. Automatyka stanowiła oś integracji wszystkich systemów procesu i budynku. W dużych obiektach centrum zarządzania mieściło się w centrali automatyki.

Aktualnie coraz większą rolę odgrywa informacja. Informacja i jej przetwarzanie pozwala na skuteczne zmniejszenie strumienia energii, której zasoby są ograniczone. Rosną natomiast zasoby informacji, której posiadanie stanowi niejednokrotnie o znaczeniu jej właściciela. W złożonych obiektach olbrzymie znaczenie mają systemy informacyjne rozumiane ogólnie jako strukturalnie uporządkowane metody pozyskiwania, przetwarzania i przechowywania informacji. Bez wątpienia informatyka, jej narzędzia sprzętowe i programowe, odgrywają tu najistotniejszą rolę.

Podsumowując można stwierdzić, że osią integracji współczesnych systemów jest informatyka.



## Zakres pojęcia

Nowoczesne budynki zapewniające wysoką wydajność, komfort i bezpieczeństwo pracy nazywa się ***budynkami inteligentnymi***.

Zespół zainstalowanych w nich środków technicznych nazywa się ***inteligentnymi systemami budynków***.

Inteligentny budynek to taki, który poza estetycznym wyglądem i wystrojem posiada zainstalowane odpowiednie systemy automatycznie sterowane i w pełni nadzorowane.

Inteligentne systemy budynków (4)

Powróćmy jednak do pojęcia inteligentnych systemów budynku. W polskiej literaturze stosuje się często skrót – hasło: INTELIGENTNY BUDYNEK. Oczywiście jest rzeczą, że nie chodzi tu o inteligencję „cegły”, ale o oprogramowanie zawierające cechy sztucznej inteligencji, bo tylko o takiej można mówić w odniesieniu do systemów technicznych.

„Inteligencja” budynku określona jest przez zespół możliwości samodzielnego reagowania budynku na różne stany wywołane czynnikami wewnątrz i na zewnątrz budynku.

Nowoczesne budynki zapewniające wysoką wydajność, komfort i bezpieczeństwo pracy nazywa się ***budynkami inteligentnymi***.

Zespół zainstalowanych w nich środków technicznych nazywa się ***inteligentnymi systemami budynków***.

Inteligentny budynek to taki, który poza estetycznym wyglądem i



## Cechy inteligentnego budynku

1. Wysoki poziom estetyki budynku
2. Wysoki poziom automatyzacji prac biurowych
3. wykorzystanie zaawansowanych technik telekomunikacyjnych
4. Automatyczna eksploatacja systemów budynku
5. Możliwość dokonywania szybkich zmian lokalizacyjnych wewnątrz budynku

Główne elementy:

1. Inteligentne sensory
2. Jednostki sterujące
3. Jednostka nadzorująca
4. Okablowanie strukturalne

Inteligentne systemy budynków (5)

Można podać główne cechy inteligentnego budynku. Są to:

Wysoki poziom estetyki budynku

1. Wysoki poziom automatyzacji prac biurowych
2. wykorzystanie zaawansowanych technik telekomunikacyjnych
3. Automatyczna eksploatacja systemów budynku
4. Możliwość dokonywania szybkich zmian lokalizacyjnych wewnątrz budynku

Uzyskanie takich cech jest możliwe jedynie przy wyposażeniu budynku w określone elementy realizujące zaprogramowane funkcje, takie jak:

1. Inteligentne sensory
2. Jednostki sterujące
3. Jednostka nadzorująca
4. Okablowanie strukturalne

Dwie pierwsze grupy elementów są wspaniałym przykładem zastosowania systemów wbudowanych i na nich skupimy naszą uwagę. Funkcję jednostki nadzorującej pełni zazwyczaj komputer stacjonarny umieszczony w centrum zarządzania budynkiem (jeśli jest to obiekt duży) lub mikrokontroler umieszczony w szafie sterowniczej budynku jeśli odnosimy to do domu mieszkalnego. Okablowanie strukturalne stanowi nieodzowny element zapewniający komunikację w obiekcie.



## Systemy inteligentnego budynku

Lokalna siec komputerowa  
Siec telefoniczna  
System grzewczy, wentylacyjny i klimatyzacyjny -HVAC  
System przeciwpozarowy  
System antywłamaniowy  
System kontroli dostępu  
System sterowania oświetleniem  
System modułowych mebli i ścian

Inteligentne systemy budynków (6)

Główne systemy podlegające nadzorowaniu i sterowaniu zostały wymienione poniżej. Są to:

- Lokalna siec komputerowa
- Siec telefoniczna
- System grzewczy, wentylacyjny i klimatyzacyjny -HVAC
- System przeciwpozarowy
- System antywłamaniowy
- System kontroli dostępu
- System sterowania oświetleniem
- System modułowych mebli i ścian

Dwa pierwsze stanowią systemy informacyjne, pozostałe należą do klasy systemów funkcjonalnych i ochronnych. Jak wspomnieliśmy wcześniej osiã całego obiektu jest siec informatyczna.



## Klasy budynków inteligentnych

Zarządy korporacji przemysłowych i handlowych  
Biurowce  
Budynki rządowe  
Instytucje finansowe (banki)  
Centra badawcze  
Wyższe uczelnie  
Szpitale  
Fabryki  
Lotniska  
Hale widowiskowe (np.. multikina)

Inteligentne systemy budynków (7)

Przyjmuje się, że w systemie budynków inteligentnych winny być realizowane następujące klasy obiektów:

Zarządy korporacji przemysłowych i handlowych  
Biurowce  
Budynki rządowe  
Instytucje finansowe (banki)  
Centra badawcze  
Wyższe uczelnie  
Szpitale  
Fabryki  
Lotniska  
Hale widowiskowe (np.. multikina)

Współcześnie coraz częściej mówi się o inteligentnych domach zatem o obiektach zdecydowanie mniejszych i wymagających realizacji odmiennych funkcji.

We wszystkich wymienionych zastosowaniach istotną rolę odgrywają układy mikroprocesorowe realizowane w konwencji systemów wbudowanych, czyli ściśle związanych z urządzeniem i posiadające dedykowane oprogramowanie.



## Usługi systemów inteligentnych budynków

- Zarządzanie  
pomieszczeniami i administracja obiektu
- Komunikacja  
wewnętrzna i zewnętrzna
- Sterowanie  
instalacjami  
urządzeniami wykonawczymi
- Monitorowanie  
budynku  
użytkowników  
pracy systemu
- Ochrona  
przeciwpożarowa, przeciwwłamaniowa,  
kontrola dostępu

Inteligentne systemy budynków (8)

Inteligentne systemy budynku realizują zadania, które w tradycyjnym rozwiązaniu wymagały udziału człowieka.

Zakres realizowanych funkcji zależy od charakteru obiektu. W ogólnym przypadku można mówić o następujących zadaniach:

W ramach zarządzania system realizuje przydział i gospodarowanie pomieszczeniami oraz prowadzi podstawowe zadania administracyjne. Przejmuje całkowicie sterowanie multimedialną komunikacją wewnętrzną i zewnętrzną. W zakresie sterowania przejmuje nadzór nad instalacjami i urządzeniami wykonawczymi, w tym również urządzeniami np. do rekonfiguracji pomieszczeń. Niezwykle ważną funkcją jest monitorowanie budynku, użytkowników oraz pracy systemu. System przejmuje również zadania w zakresie ochrony obiektu (ochrona przeciwpożarowa, przeciwwłamaniowa, kontrola dostępu).





## Building Management Systems - BMS

### BMS – (System Zarządzania Budynkiem) - centrum oprogramowania

Centrala zarządzania - funkcje administracyjne i zarządzanie  
Centrala systemu nadzoru i sterowania instalacji technicznych

- urządzenia HVAC- grzewcze, klimatyzacyjne i wentylacyjne
- urządzenia oświetleniowe
- urządzenia zasilania w wodę
- urządzenia dźwigowe
- urządzenia hydrantowe, tryskaczowe i zbiorniki wody  
pożarowej

Centrala systemu bezpieczeństwa

- system kontroli dostępu
- system sygnalizacji i wykrywania pożaru
- system sygnalizacji włamania i napadu
- system telewizji dozorowej

Inteligentne systemy budynków (9)

Centrum systemu inteligentnego budynku stanowi oprogramowanie zarządzające obiektem określane mianem BMS (Building Management Systems). Obejmuje ono funkcjonalnie trzy zasadnicze elementy.

Element centralny stanowi część odpowiedzialna za zarządzanie obiektem i jego administrację. Rozległość tej części wynika ze specyfiki zastosowań. W przypadku budynków użyteczności publicznej jest ona bardzo rozbudowana (np. dla hotelu obejmuje automatyczną rezerwację miejsc hotelowych oraz sal na sympozja i spotkania, rozdział zajęć dla personelu hotelowego, listę koniecznych prac eksploatacyjnych i konserwacyjnych, itp.). Dla obiektu typu domu mieszkalnego zarządzanie ograniczone zostanie do niezbędnych elementów zarządzania wykorzystaniem mediów w budynku oraz przypomnień o niezbędnych czynnościach eksploatacyjnych i konserwacyjnych. W tej warstwie występuje system komunikacji z operatorem umożliwiający zmiany nastaw oraz dodawanie lub usuwanie innych poleceń i zadań.

W dużych obiektach jest to zrealizowane w centrum monitorowania obiektu, natomiast w małych wystarcza system mikroprocesorowy z wyświetlaczem ciekłokrystalicznym umieszczony zwykle w szafie zasilającej.

Drugim elementem systemu BMS jest oprogramowanie i urządzenia do sterowania instalacjami obiektu.

Część instalacji traktowana jest jako instalacja klasy nadrzędnej niezbędne do pracy pozostałych instalacji obiektu. Są to: instalacja zasilania w energię elektryczną, sieć telekomunikacyjna i sieć komputerowa. Współczesne rozwiązania wielu instalacji wymagają zasilania w energię elektryczną stąd też istnieje konieczność zapewnienia energii elektrycznej na czas przerwy w dostawie lub awarii.

Druga klasa instalacji to instalacje zasilania w inne nośniki energii. Inteligentny budynek pozwala na funkcjonowanie obiektu przez określony czas nawet w przypadku przerw w dostawie niektórych nośników. Korzysta się wówczas z awaryjnych źródeł zasilania lub z zapasowych nierzadko zamiennych źródeł nośników). Systemy sterowania instalacjami technicznymi stanowią rozwinięcie wcześniej stosowanych centralnych sterowania obiektem, przy czym w przypadku IBS są one częścią całego systemu a nie jego osią.

Trzeci blok zadań związanych z systemem BMS to funkcje ochronne. Należy wyraźnie zaznaczyć, że działanie elementów ochronnych nie podlega wprost systemowi BMS, przekazywane są jedynie informacje o stanach tych instalacji bez możliwości wpływania na zmianę ich stanu.

Ogólnie można stwierdzić, że szeroko rozumiane bezpieczeństwo obiektu uzależnione jest od jakości dwóch podstawowych klas systemów: systemów wykrywania i sygnalizacji zagrożeń oraz systemów wykonawczych realizujących zadania ochrony.

W zakresie systemów wykrywania i sygnalizacji zagrożeń wyróżnia się najczęściej następujące systemy:

- wykrywania i sygnalizacji pożaru,
- sygnalizacji włamania i napadu,
- kontroli dostępu,
- telewizji dozorowej.

Systemy wykonawcze inicjują zachowania obiektu oraz reakcje wybranych systemów technicznych na zaistniałe zagrożenie. Do systemów wykonawczych realizujących wybrane zadania ochrona można zaliczyć między innymi:

- systemy gaszenia pożaru,
- systemy blokad wejść/wyjść obiektu,



## Realizacja systemu IBS

Elementy sprzętowe systemu:

okablowanie

specjalne okablowanie strukturalne  
instalacje elektryczna (trójprzewodowa)

sensory

urządzenia wykonawcze  
instalacji ochronnych  
sterowania

Inteligentne systemy budynków (10)

Przedstawione oprogramowanie BMS stanowiące programowe zabezpieczenie funkcji systemu wymaga określonej warstwy sprzętowej. Pierwszym elementem tej warstwy jest okablowanie. Stosuje się tu dwa różne podstawowe rozwiązania. Jedno realizowane jest w postaci specjalnego okablowania logicznego wykonanego najczęściej w technice skrętki wieloparowej. Oznacza to, że w projektowanym budynku należy ułożyć dodatkowo pewną liczbę takich przewodów. Inna konstrukcję posiada wówczas instalacja elektryczna w budynku ponieważ odbiorniki zasilane są wprost z szafy zasilającej (unika się łączenia przewodów w tzw. puszkach łączeniowych). Mimo większej liczby przewodów instalacja zasilająca jest bardzo przejrzysta – ma strukturę promieniową.

Innym sposobem realizacji sieci jest wykorzystanie dodatkowego (trzeciego) przewody sieci elektrycznej i przesył sygnałów sterujących w strukturze tej sieci. Pozwala to na zastosowanie inteligentnego systemu w budynku już eksploatowanym bez dodatkowych zmian w instalacji.

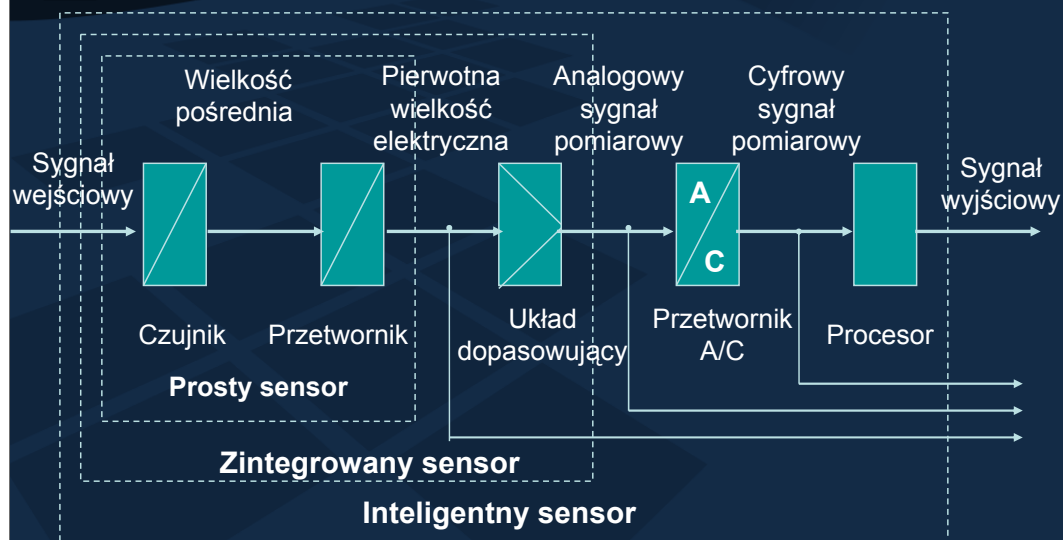
Oczywiście istnieje jeszcze jedna możliwość komunikacji w obiekcie przez wykorzystanie systemów komunikacji bezprzewodowej na niewielkie odległości (np.. Bluetooth). W wielu rozwiązaniach praktycznych komunikacja bezprzewodowa stanowi uzupełnienie komunikacji z wykorzystaniem okablowania strukturalnego lub instalacji elektrycznej.

Sieć komunikacyjna winna obejmować wszystkie elementy systemu zarówno czujniki jak i urządzenia wykonawcze. Z każdym elementem systemu związany jest mikroprocesor pełniący funkcję dedykowanego inteligentnego urządzenia sterującego danych elementem instalacji. Stanowi on wówczas system wbudowany w instalację, jednakże związany ściśle z elementem końcowym (sensorem lub urządzeniem wykonawczym). Tym samym każde urządzenie ma swój unikalny adres w systemie. W wielu rozwiązaniach nie ma konieczności wielostronnej komunikacji każdego urządzenia z innym, gdyż wybrane funkcje mogą być realizowane lokalnie.

Należy również zwrócić uwagę na odmienne działanie urządzeń wykonawczych sterowania i instalacji ochronnych. Urządzenia wykonawcze sterowania są często wielofunkcyjnymi złożonymi układami sterowanymi przez dedykowane systemy wbudowane, które winny służyć użytkownikowi niezawodnie w długim okresie czasu. Natomiast układy wykonawcze instalacji ochronnych realizują często swoje funkcje jednorazowo, bez możliwości powtórzenia działania oraz nierzadko z pominięciem centralnego systemu.



## Inteligentne sensory



### Inteligentne sensory

Czujnik pomiarowy stanowi nieodzowny element każdego układu regulacji, pozwala bowiem na uzyskanie informacji o stanie obiektu (procesu) niezbędnej do podjęcia właściwej decyzji odnośnie do dalszych losów obiektu. Pomiar interesującej nas wielkości fizycznej może stanowić istotny problem, szczególnie gdy istnieje konieczność wielostopniowego przekształcania wielkości mierzonej na szereg wielkości pośrednich zanim uzyskamy pożądany sygnał elektryczny. Kolejne etapy przekształcania sygnału pomiarowego podano na rysunku. Stopień automatyzacji pośrednich elementów przekształcania sygnału określa poziom integracji urządzenia pomiarowego, począwszy od prostego sensora do czujnika inteligentnego. Niezależnie od stopnia integracji, stawia się sensorom określone wymagania metrologiczne i funkcjonalne, do których należą:

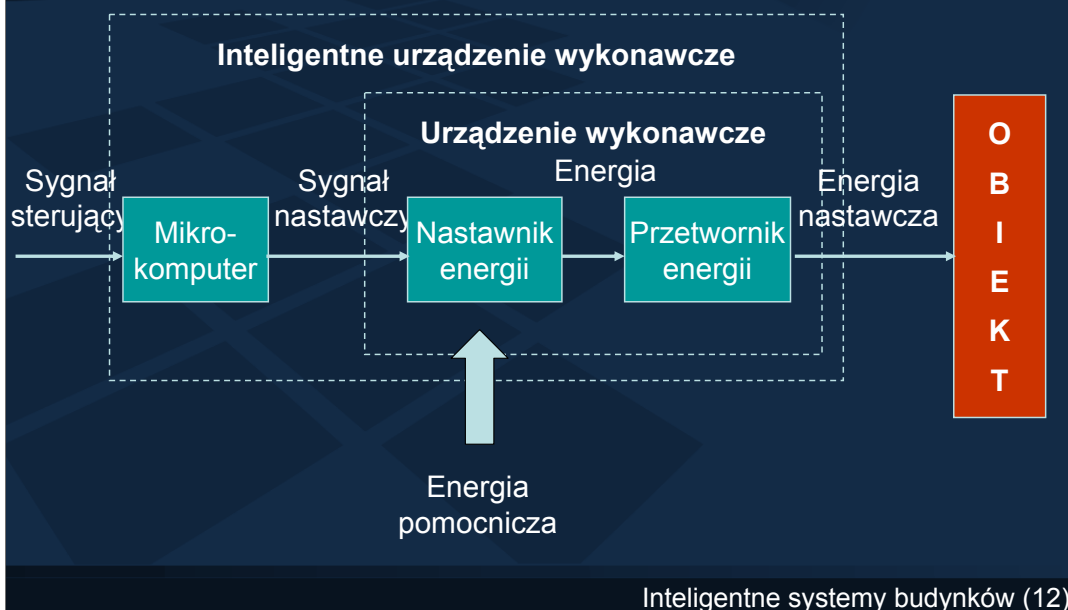
- jednoznaczne odwzorowanie wielkości wejściowej,
- wyłączna zależność wielkości wyjściowej od wielkości wejściowej,
- pomijalnie małe oddziaływanie zwrotne,
- liniowość,
- nieczułość na zakłócenia,
- normalizacja sygnału wyjściowego,
- zasilanie energią elektryczną,
- samodiagnostyka.

Inteligentny sensor posiada wbudowany układ mikroprocesorowy, który realizuje wymienione powyżej zadania.

Obecnie producenci oferują bardzo różnorodny zestaw urządzeń, w praktyce umożliwiający efektywny pomiar niemal wszystkich wielkości fizycznych niezbędnych do sterowania procesami.



## Inteligentne urządzenia wykonawcze



Realizacja zmiany stanu obiektu wymaga zainstalowania rozbudowanych urządzeń wykonawczych.

### Inteligentne urządzenia wykonawcze

Urządzenia wykonawcze (actuators) są niezwykle ważnymi elementami sterowania, zastępują bowiem człowieka przy wykonywaniu uciążliwych czynności umożliwiając zastosowanie dużo większych mocy bez narażania człowieka na działania niebezpieczne i ryzykowne. Struktura typowego urządzenia wykonawczego oraz jego specyficzna rozbudowa umożliwiające konstrukcję inteligentnego urządzenia wykonawczego pokazana została na rys. 4. Wykonanie określonej akcji przez urządzenie wykonawcze jest możliwe poprzez dostarczenie do układu dodatkowej energii. Energia ta po przetworzeniu może być wykorzystana do efektywnego oddziaływania na obiekt w celu zmiany jego stanu fizycznego zgodnie z sygnałem sterującym [2, 3, 6, 7].

Realizowane układy sterowania w różnych środowiskach technicznych (mechaniczne, elektryczne, hydrauliczne, pneumatyczne) implikują różnorodność stosowanych urządzeń wykonawczych.

Podobnie jak to ma miejsce w przypadku sensorów, tak i w zakresie urządzeń wykonawczych mamy do czynienia z niezwykle bogatą ofertą.

Systemy pomiarowe, sterujące, dystrybucyjne i technologiczne cechują się rozległością obszarową i strukturalną. Problemem w takich sytuacjach staje się komunikacja pomiędzy procesami lokalnymi, szczególnie istotna w odniesieniu do systemu automatyki i sterowania. Decentralizacja sterowania jest efektywna wówczas kiedy nie istnieje potrzeba optymalizacji całości procesu, w przeciwnym razie istnieje konieczność wymiany informacji pomiędzy procesami lokalnymi, którą w tradycyjnych układach automatyki spełnia regulator centralny. Od wielu lat prowadzone są prace zmierzające do decentralizacji systemów sterowania, umożliwiającą optymalizację procesu sterowania i jednocześnie odpornych na wysoką dynamikę sygnałów wejściowych, odpornych na zakłócenia i niezawodnych. Te możliwości uzyskano łącząc w układzie sterowania inteligentny czujnik (sensor) z inteligentnym układem wykonawczym (actuator), można je połączyć wprost albo za pośrednictwem magistrali.

### Charakterystyka systemów wykonawczych

Systemy sygnalizacji i wykrywania zagrożeń spełniają bardzo ważne funkcje informacyjne jednakże w obiektach inteligentnych oczekuje się określonej automatycznej reakcji na zaistniałe zagrożenie i - o ile to możliwe - usunięcia tego zagrożenia zanim wejdzie w taką fazę, w której usunięcie to jest bardzo trudne lub wręcz niemożliwe. Do tego celu służą urządzenia wykonawcze automatyki lub specjalne urządzenia instalowane wyłącznie do celów usuwania zagrożeń.

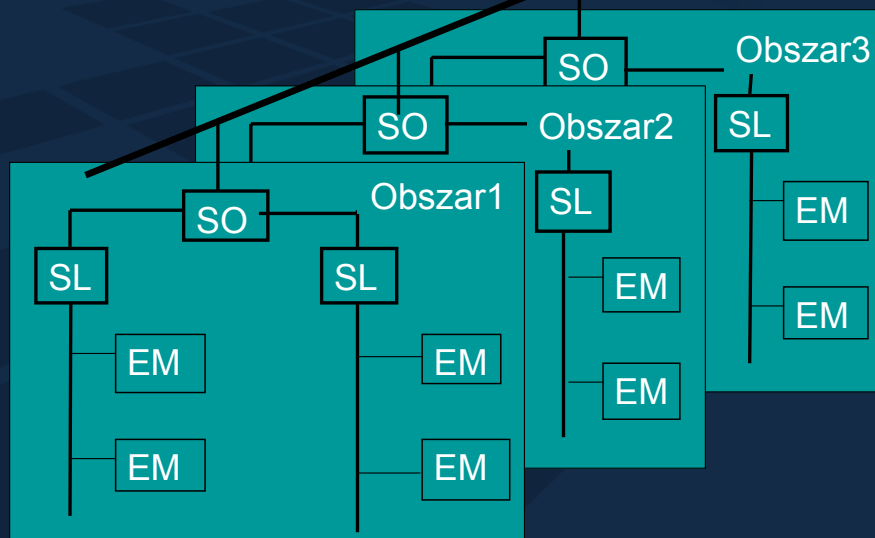
### Systemy gaszenia pożaru

Podstawowym zadaniem urządzeń wykonawczych w zakresie gaszenia pożaru jest zdławienie pożaru w jego początkowej fazie. Właściwy rozkład czujek pożarowych pozwala na lokalizację miejsca powstania zagrożenia pożarowego i zgłoszenie go za pomocą układów tryskaczy. Dobór tryskaczy i użytych środków gaśniczych musi być dokonywany na etapie projektu wiąże się to bowiem z układami instalacji zasilania tryskaczy.

### Systemy blokad wejść/wyjść



## Magistrala komunikacyjna



Inteligentne systemy budynków (13)

### Magistrala sterująca EIB

Jednym z najtrudniejszych problemów kompleksowej automatyzacji złożonych obiektów jest rozwiązanie komunikacji między elementami systemu. Wiąże się to głównie z koniecznością wykorzystywania w systemie urządzeń różnych producentów korzystających z różnych protokołów komunikacji. W roku 1990 wprowadzono nowy, otwarty standard komunikacyjny określany mianem Europejskiej Magistrali Instalacyjnej - EIB (European Installation Bus) [4]. Przyjęte skróty oznaczeń na rysunku: SO - sprzęgło obszarowe, SL - sprzęgło liniowe, EM - element magistralny [4]

System EIB jest obecnie najczęściej stosowaną magistralą instalacyjną służącą do załączania, sterowania, regulacji i nadzoru urządzeń technicznych budynku. Szkielet systemu tworzą elementy magistralne posiadające własne układy, które odpowiadają za komunikację z systemem. Wymiana informacji odbywa się na zasadzie adresowanych wiadomości wysyłanych w sieć zbudowaną z dwóch przewodów służących równocześnie jako przewody zasilające elementy magistralne. Cechą magistrali EIB jest przede wszystkim możliwość pełnej integracji różnych instalacji budynku i stąd znajduje ona swoje zastosowanie w realizacjach tzw. budynków inteligentnych. Struktura instalacji wykonanej w systemie EIB jest bardzo prosta i przejrzysta. Wszystkie urządzenia przyłączone do magistrali są traktowane w jednolity sposób i posiadają swoje unikalne adresy.

Idea topologii magistrali EIB zapożyczona została z sieci komputerowych i posiada strukturę drzewa. W systemie istnieje możliwość łączenia ponad 10000 elementów magistralnych. Komunikacja odbywa się lokalnie w ramach jednej linii, a jeśli występuje konieczność komunikacji z innym obszarem, to następuje przejście do niego poprzez linię obszarową. Uczestnicy transmisji mogą rozpocząć nadawanie w każdej chwili pod warunkiem wolnego dostępu do sieci. W przypadku, gdy nadawane są równocześnie dwa komunikaty następuje sprawdzenie priorytetów nadawców i obsługa komunikacji odbywa się w kolejności ważności priorytetów. Wiadomość rozchodzi się po całej linii. Jest ignorowana przez elementy, których nie dotyczy, natomiast odbierają ją te, do których była wysyłana i potwierdzają odbiór. Sprzęgła liniowe stanowią pewnego rodzaju filtr uniemożliwiający rozprzestrzenianie się informacji w całej sieci. Sprzęgła wyposażone są w specjalne tablice filtracyjne określające, które wiadomości należy wzmocnić i przekazać dalej a które należy wytłumić. Usprawnieniem komunikacji jest specyficzne hierarchiczne adresowanie pozwalające łatwo określić położenie elementu i jego rolę w systemie.

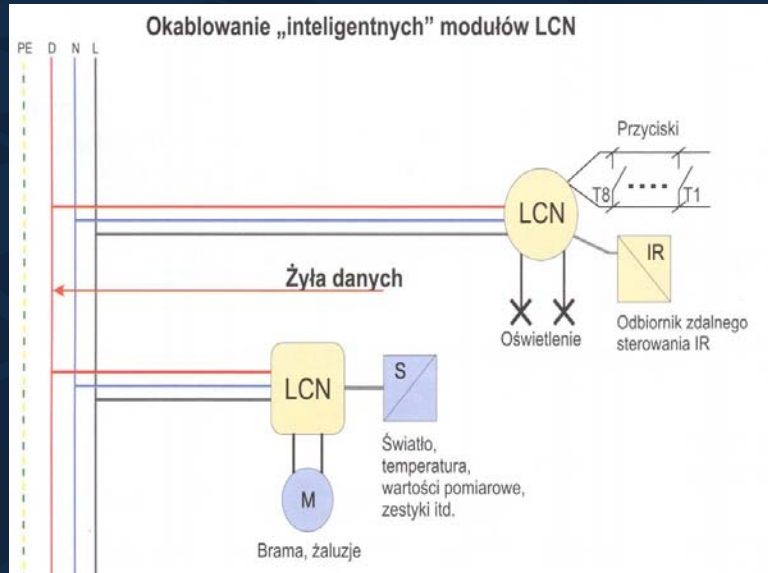
### Inne standardy komunikacyjne

System EIB wykorzystywany jest w praktyce bardzo często jednakże nie oznacza to wyłączności zastosowań. Szczególnie w odniesieniu do bardzo dużych złożonych obiektów, wymagających rozbudowanej warstwy zarządzania i monitorowania procesów, stosuje się często inne wyspecjalizowane protokoły komunikacji. Do najczęściej spotykanych należą: LonWorks, BACnet czy Profibus [1].

System LonWorks należy podobnie jak EIB do klasy systemów otwartych. Jest to produkt amerykańskiej firmy Echelon Corp., oparty na stosowanej technice przesyłu wiadomości implementowanej za pomocą protokołu LonTalk, w który wyposażone są urządzenia zawierające mikrokontrolery NeuronChip. Urządzenia różnych producentów w technice LonWorks używają standardowego protokołu wymiany informacji. Podobnie jak w przypadku systemu EIB, również system LonWorks promowany jest przez specjalnie w tym celu powołaną organizację zrzeszającą producentów i instalatorów urządzeń wykonanych na użytek tej technologii.

Protokół BACnet powstał głównie dla potrzeb sterowania systemów ogrzewania, wentylacji i klimatyzacji (HVAC) w USA. Celem nadrzędnym systemu była konieczność powiązania ze sobą urządzeń różnych producentów w jeden spójny system automatyki w zakresie systemów HVAC i uniezależnienie się od jednego

## System LCN – Local Control Network

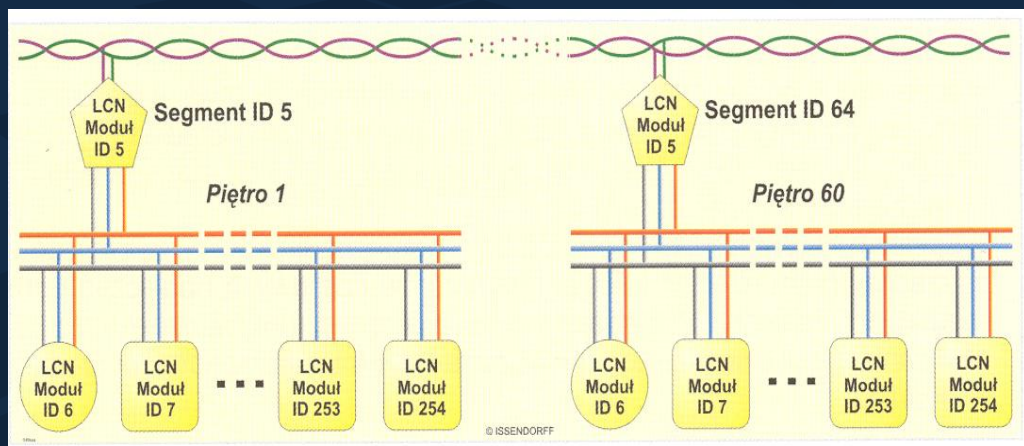


Inteligentne systemy budynków (14)

Innym przykładem rozwiązania systemu IBS jest system LCN. Rozwiązania zastosowane w tym systemie są w swej idei podobne do rozwiązań systemu EIB a różnice dotyczą pewnych rozwiązań technicznych. Schemat okablowania modułów LCN przedstawiono na rysunku. Moduły mogą realizować wybrane zadania wykonawcze, posiadają bowiem bloki wyjściowe o mocy 300, 500 lub 2000VA. System LCN wykorzystuje do komunikacji dodatkowy (trzeci) przewód instalacji elektrycznej.



## System LCN – okablowanie



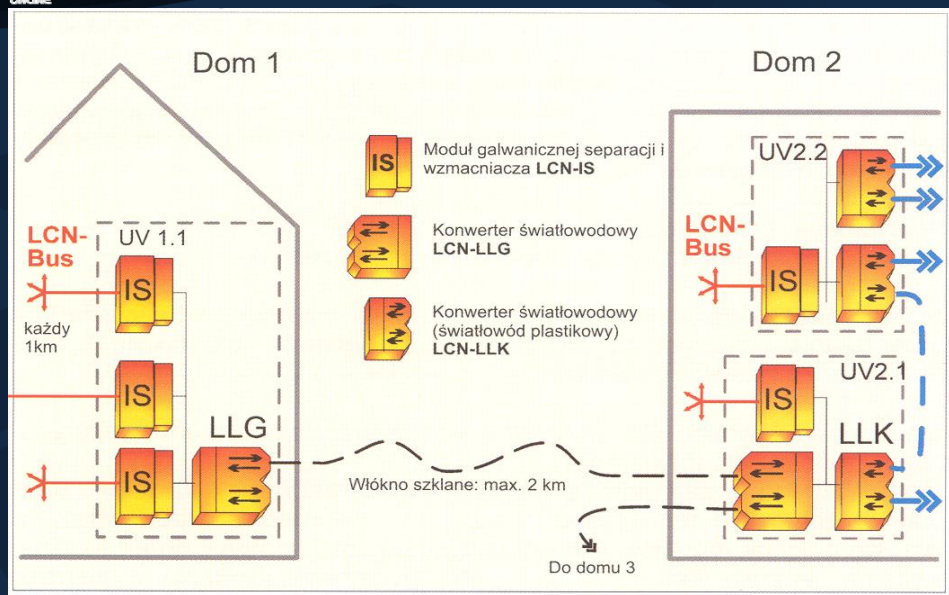
Inteligentne systemy budynków (15)

Wykorzystując trzy przewody (fazowy, przewód neutralny i przewód transmisyjny) można połączyć ze sobą 250 modułów w jeden segment sieci. W dużych kompleksach budynków można łączyć ze sobą do 120 segmentów. Podział na segmenty może być korzystny w celu rozdzielenia części budynku (parter, I piętro, itp.). Komunikacja między segmentami ułatwia realizację funkcji dotyczących całego obiektu np.. sterowanie oświetleniem zewnętrznym, sygnalizacją zagrożeń, itp..





## System LCN – transmisja danych

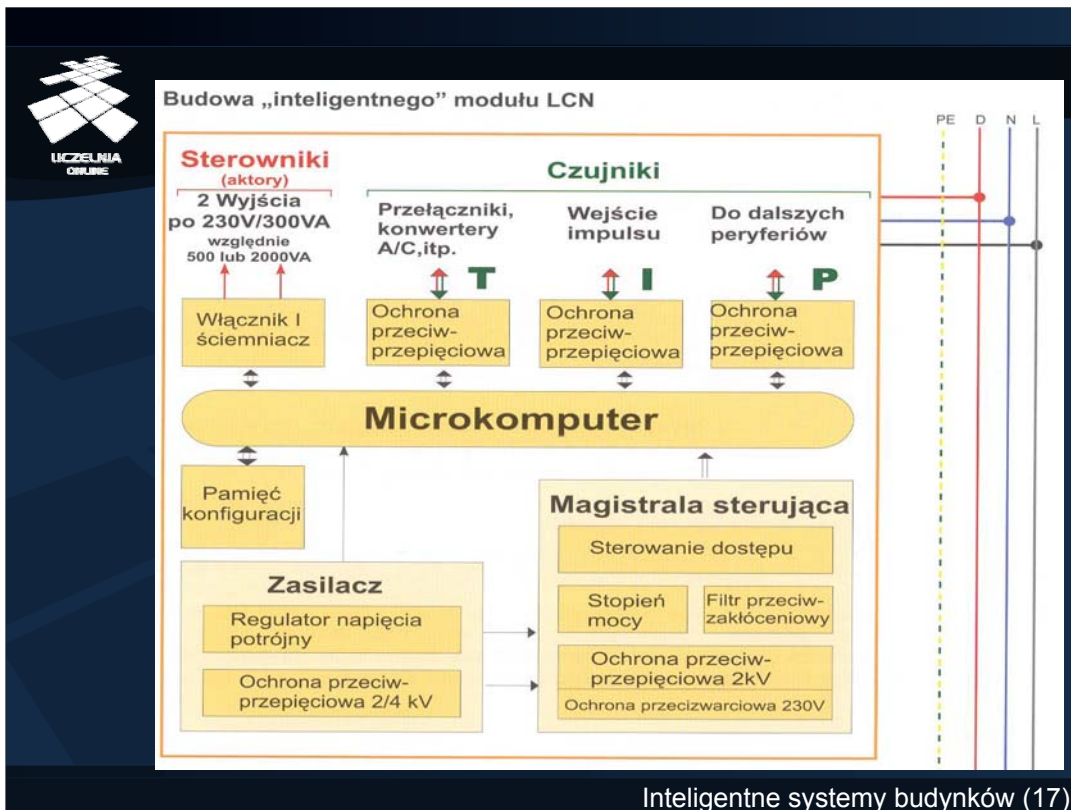


Inteligentne systemy budynków (16)

Transmisja w systemie realizowana jest na poziomie 9600b/s, a w segmencie prędkość transmisji wynosi od 300kb/s do 2,5 Mb/s.

Transmisja odbywa się w paśmie podstawowym i nie wymaga dodatkowych urządzeń transmisyjnych typu separator faz czy układów blokad. Moduły są chronione przed wyższymi napięciami (do 2kV), które mogą się pojawić na skutek błędów w instalacji. Przewód transmisyjny może mieć długość do 1km. W przypadku zastosowania światłowodu można łączyć segmenty na odległość do 2 km.





Inteligentne systemy budynków (17)

Realizacja systemu oparta została na module LCN-UPP, który stanowi główny inteligentny element.

Podstawowe cechy modułu:

- niezależne wykorzystanie wejść i wyjść
- wstępne przetwarzanie danych pomiarowych (wygładzanie, usuwanie szumów)
- dostępne dwa regulatory ciągłe
- system zdalnego sterowania
- dostępne 3 regulatory programowe (czasowe)
- zliczanie i odliczanie
- różne tryby pracy wyjść (np.. Ściemnianie oświetlenia, otwieranie bramy, wyłączenie odbiorników)

- pamięć 100 sekwencji operacji
- ustawienie łącznie 66 adresów docelowych (do 192 poleceń dla każdego)

Układ umieszcza się w głębokich puszkach podtynkowych za elementami standardowymi.

System LCN posiada wygodne narzędzie programistyczne pracujące pod systemem Windows – LCN-PRO. Sterowanie całego obiektu można zaplanować poza obiektem a następnie umieścić je w pamięci poszczególnych modułów.

Programowania instalacji inteligentnego budynku dokonuje się jednorazowo z wykorzystaniem dostępnych narzędzi, o których była mowa w tym wykładzie - tzw. emulatorów. Powraca się do tej czynności jedynie w przypadku konieczności zmiany lub przebudowy instalacji.

W systemie dostępne są również moduły do wizualizacji pracy systemu z możliwością tworzenia hierarchicznej struktury z systemem ochrony hasłem.

Przedstawione powyżej przykłady modułów systemu mają strukturę typowych układów wbudowanych w instalację budynku ze ściśle określonymi zadaniami przy zachowaniu dużej elastyczności programowej.

W praktyce realizacja koncepcji budynku inteligentnego bez systemów wbudowanych byłaby niezwykle uciążliwa i raczej nieefektywna.