

**WYDZIAŁ ELEKTROTECHNIKI, AUTOMATYKI,  
INFORMATYKI I INŻYNIERII BIOMEDYCZNEJ**

KATEDRA <*nazwa katedry*>

Praca dyplomowa magisterska

*Zaprojektowanie i implementacja aplikacji na platformę android do porównywania cen i opinii o produktach dla automatyki budynkowej*

*<Temat pracy w j. angielskim>*

Autor: Adam Śmigacz

Kierunek studiów: Elektrotechnika

Opiekun pracy: dr inż. Mirosław Gajer

Kraków, 2016

*Uprzedzony o odpowiedzialności karnej na podstawie art. 115 ust. 1 i 2 ustawy z dnia 4 lutego 1994 r. o prawie autorskim i prawach pokrewnych (t.j. Dz.U. z 2006 r. Nr 90, poz. 631   
z późn. zm.): „ Kto przywłaszcza sobie autorstwo albo wprowadza w błąd co do autorstwa całości lub części cudzego utworu albo artystycznego wykonania, podlega grzywnie, karze ograniczenia wolności albo pozbawienia wolności do lat 3. Tej samej karze podlega, kto rozpowszechnia bez podania nazwiska lub pseudonimu twórcy cudzy utwór w wersji oryginalnej albo w postaci opracowania, artystyczne wykonanie albo publicznie zniekształca taki utwór, artystyczne wykonanie, fonogram, wideogram lub nadanie.”, a także uprzedzony o odpowiedzialności dyscyplinarnej na podstawie art. 211 ust. 1 ustawy z dnia 27 lipca 2005 r. Prawo o szkolnictwie wyższym (t.j. Dz. U. z 2012 r. poz. 572, z późn. zm.) „Za naruszenie przepisów obowiązujących   
w uczelni oraz za czyny uchybiające godności studenta student ponosi odpowiedzialność dyscyplinarną przed komisją dyscyplinarną albo przed sądem koleżeńskim samorządu studenckiego, zwanym dalej „sądem koleżeńskim”, oświadczam, że niniejszą pracę dyplomową wykonałem(-am) osobiście i samodzielnie i że nie korzystałem(-am) ze źródeł innych niż wymienione w pracy.*

Adam Śmigacz

*Serdecznie dziękuję*

*dr inż. Mirosławowi Gajerowi*

*promotorowi niniejszej pracy magisterskiej*

*za zaangażowanie, pomoc oraz wyrozumiałość.*

*Adam Śmigacz*

1. Wstęp

Automatyka domowa to temat przerabiany od wielu lat. Obejmuje wszystko co człowiek może sobie wyobrazić jak przedmiot automatyzacji. Najpowszechniej znanym przykładem systemu automatyki domowej jest system alarmowy. Jego komponenty w postaci czujników ruchu, sensorów stykowych i centralek sterujących są również głównymi elementami każdego systemu automatyki domowej.[1]

Rozwój technologicznych systemów automatyki domowej spowodował, że przypisane im funkcje takiej jak zapewnienie bezpieczeństwa oraz komfortu użytkowników w budynkach lub urządzeń przestały być jedynymi. Urządzeń służących do zautomatyzowania domu jest mnóstwo. Możliwości zakupu najprostszych systemów wspomagających automatykę domową dostępne są również ogromne. Osoba konstruująca dany system może znaleźć jego komponenty na aukcjach internetowych, w sklepach zawierających elementy automatyki budynkowej, u producentów itp. Wraz z rozwojem systemów automatyki domowej na rynku pojawiali się nowi producenci dostarczający coraz większy zasób nowych produktów. Jakość, niezawodność, cena oraz kompatybilność systemów z zastępczymi modułami automatyki domowej stały się ważnymi cechami uwzględnianymi przy wyborze rozwiązań dla budynków.

Celem niniejszej pracy jest implementacja aplikacji na platformę android pozwalająca na płynne wyszukiwanie produktów oraz ich cen dostępnych w sklepach internetowych. Jednym z głównych celi danej pracy jest zarówno możliwość sprowadzania opinii o danym produkcie jak i dodawania opinii o tym produkcie. Dane na temat produktów dostępnych w sklepach internetowych oraz używanych w zaimplementowanej aplikacji zostały zaimportowane do bazy danych obsługiwanej przez firmę „Oracle”. Pozwala to na szybką aktualizacje informacji danych, co wiąże się z wysokim standardem wiarygodności danych w stworzonej aplikacji. Aplikacja ta pozwala na bezpośrednie sprawdzenie oferty dostępnej w danym sklepie internetowym, poprzez możliwość przekierowania na stronę internetowa danego sklepu.

1. Rozwój automatyki budynków na przestrzeni wieków
   1. Początki procesów automatyzacji

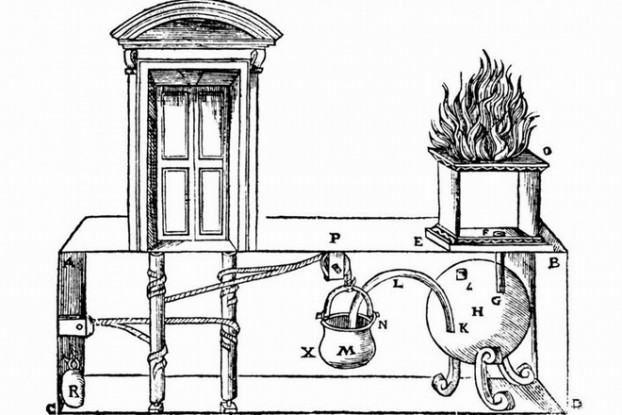
Od najdawniejszych czasów ludzie dążyli do uproszczenia sobie życia i wymyślali i wymyślali urządzenia, automatyzujące codzienne procesy. Początki idei automatyzacji sięgają ludów łowieckich, którzy do polowań stosowali różnego rodzaju pułapki działające na podobnych zasadach jak wykopywania ogromnych dołów umożliwiających i ułatwiających zdobywanie pożywienia. Również w gospodarstwie domowym człowiek szukał mechanizmów ułatwiających wykonywanie codziennych, powtarzających się obowiązków. Przykładem może być zastosowanie korbowodu do nabierania wody ze studni. Korbowód służył do zmiany ruchu posuwisto-zwrotnego na ruch obrotowy co znacznie ułatwiało proces nabierania wody ze studni. Nie był to automat we współczesnym rozumieniu, nie mniej jednak ukazywał pomysłowość człowiek oraz nastawienie na ułatwianie codziennych procesów.

Motyw automatu pojawia się również w jednym z najstarszych dzieł literackich. W powstałej przed wiekami „*Iliadzie*”, opisującej dzieje wojny trojańskiej został poruszony tematu automatu. Grecki poeta Homer porusza w niej temat samodzielnie poruszających się maszyn, wyposażonych w zmysły i mowę, będących dziełem boga ognia i kowalstwa Hefajstosa. Hefajstos skonstruował mechaniczne, służebne, obdarzone inteligencją i głosem, które pomagały mu w poruszaniu się.[2]

Za ojczyznę automatów uważana jest starożytna Grecja. Stąd tez wywodzi się ich nazwa, bowiem po grecku *automatos* znaczy *samoczynny.* Pierwsze automaty nie maiły wiele wspólnego ze współczesnymi automatami, robotami, serwomechanizmami, systemami automatyzacji, czy komputerami, które samoczynnie sterują, kontrolują i regulują wszelakie operacje i procesy w komunikacji, przemyśle, zarzadzaniu, transporcie, badaniach naukowych, nauczaniu, usługach, wyręczająca człowieka w pracy umysłowej i fizycznej i ograniczając jego role do ogólnego nadzoru. Niektóre z automatów skonstruowanych w starożytnej Grecji miały charakter użytkowy, lecz większość była wykorzystywana w czasie pokazów i w ceremoniach magiczno-religijnych.[2]

Główną motywacją do stosowania urządzeń ze sprzężeniem zwrotnym w czasach starożytnych była potrzeba dokładnego określania czasu. Do starożytnych systemów sterowania wykorzystywanych w domach, wykorzystujących zasadę sprzężenia zwrotnego należy starożytny zegar wodny Ktesibiosa z Aleksandrii. Zegar odliczał czas poprzez regulacje poziomu wody w zbiornikach i przez odpływ wody z tego zbiornika. Ktesibios wynalazł regulator pływakowy do zegara wodnego. Zadaniem regulatora było utrzymywanie poziomu wody w zbiorniku tak by głębokość była stała. Utrzymywanie stałego poziomu wody prowadziło do stałego opróżniania zbiornika przez rurę przymocowaną na dnie.[2] Efektem tego było napełnianie drugiego zbiornika ze stałą prędkością. Poziom wody w drugim zbiorniku był proporcjonalny do czasu jaki upłynął. Regulator pływakowy stosowany był przez kolejne wieki. Urządzenia stosujące regulator pływakowy można by nazwać gadżetami, ponieważ są to najwcześniejsze przykłady idei poszukującej swojego zastosowania.

Innym przykładem, nie stosowanym wówczas na tak szeroką skale, są automatyczne drzwi świątyń. Starożytny człowiek przy bardzo prostych metodach mechanicznych opatentował sztukę automatycznego otwierania i zamykania drzwi.



**Rys. 1** *Mechanizm automatycznych drzwi skonstruowanych przez Herona z Aleksandrii* [3]

Rysunek 1 przedstawia mechanizm automatycznego otwierania i zamykania drzwi zastosowany w greckiej świątyni. Jego główna ideą było wykorzystanie siły pary wodnej. Drzwi były przymocowane na długich osiach wkomponowanych w podłogę świątyni. Pod poziomem podłogi osie te owinięte były linami z jednej strony przymocowanymi do masy, która pełniała role przeciwwagi i z drugiej strony do dużego pojemnika przetrzymującego wodę. Przed świątynią kapłani rozpalali ogień na specjalnym ołtarzu. Ogień podgrzewał powietrze zawarte w pustym postumencie ołtarza, para wodna wypychała wodę z naczynia w postumencie przez rurkę do pojemnika przy osiach. Pojemnik pod wpływem ciężaru wody obracała osie i otwierała drzwi. Po zakończonej ceremonii i wygaszeniu ognia na ołtarzu, ciśnienie powietrza w postumencie wracało do normy, a woda z pojemnika przelewała się z powrotem do postumentu, na podobnej zasadzie jak przelewana jest woda z pojemnika przy pomocy rurki do niżej położonego naczynia [2]. Nie znając elektryczności, elektroniki, telemechaniki, fotokomórki oraz na prawie dwa tysiące lat przed potężnym rozwojem tych dziedzin w kontekście automatyki domowej, mechanizm ten był wielki odkryciem wyprzedzającym swoja epokę o dwa tysiące lat.

Pierwsze egzemplarze wyżej opisanego zegara i automatycznych drzwi oraz innych mechanizmów służących do automatyzacji procesów domowych były przeznaczone dla osób zamożnych takich jak np. członkowie senatu. Wraz z upływem czasu oraz rozpowszechnieniem danych mechanizmów automatyzacji procesów, były one dostępne dla ludzi położonych niżej w hierarchii społeczeństwa. Jest to odwzorowanie dzisiejszych czasów, gdzie nowy urządzenie lub mechanizm, w krótkim czasie po jego premierze jest droższy i ze względy na aspekty finansowe niedostępny dla każdego człowieka. Z biegiem czasu jest wypierany przez nowszych i efektywniejszych konkurentów. Powoduje to obniżkę cen oraz uwzględniając koszty zakupu, dostępność dla większej ilości społeczeństwa. Proces wypierania z rynku starszych rozwiązań przez nowsze jest zdecydowanie szybszy niż w starożytności, lecz mimo wszystko można dopatrzeć się pewnego rodzaju zależności.

2.2 Rewolucja przemysłowa – rozwój elementów automatyki budynkowej.

W Europie po upadku Imperium Rzymskiego zapanował tysiącletni okres Oświecenia. Okres ten w dziejach ludzkości uznawany jest za czas, który charakteryzuje się ogromnym zacofaniem, żywiołową nienawiścią do wszystkiego czemu można by przypisać definicje postępu technologicznego. Porównując starożytne technologie oraz rozwiązania opatentowane przez starożytnych ludzi do nowinek technologicznych epoki po upadku Imperium Rzymskiego to epoka średniowiecza znacznie ustępuje starożytności. W wielu sprawach nie kierowano się zdrowym rozsądkiem, wiedza i badaniami. Za pewnik brano przesady oraz polegano na poglądach Arystotelesa, które mocno popierał bardzo popularny i potężny Kościół. Fakt ten popierany jest przez używanie i produkowanie zegara wodnego w XII wieku, który został wynaleziony przez Ktesibiosa w III wieku.[2]

Datowana na przełom XV i XVI wieku rewolucja przemysłowa w Europie związana była z wprowadzeniem źródeł energii pierwotnej, maszyn o napędzie samoczynnym – silników które przetwarzają dostarczone im paliwo w prace mechaniczną. Wynaleziono młyny zbożowe, kotły i silniki parowe oraz piece przemysłowe. Początkowo urządzenia te były sterowane ręcznie. W ten sposób człowiek rozpoczął prace nad automatyzacja procesów i czynności wykonywanych przez nowo wytworzone maszyny. W tym czasie wynaleziono szereg urządzeń takich jak regulatory temperatury oraz ciśnienia, regulatory poziomu substancji w zbiornikach i urządzenia sterujące prędkością. Wyżej wymienione elementy, odpowiedzialne za automatyzacje procesów technologicznej, w późniejszym czasie znalazły również zastosowanie w automatyce budynkowej.

Jednym z największych wynalazków wykorzystujących zasadę sprzężenia zwrotnego uznaje się opracowany w XVI wieku regulator temperatury paleniska. Odkrycie tego regulatora przypisuje się holenderskiemu wynalazcy Korneliuszowi Drebbelowi. Naukowiec ten opracował system automatycznego sterowania temperatura pieca przemysłowego. Celem tego regulatora było utrzymywanie pieca w stałej temperaturze przez bardzo długo okres czasu. Główmy celem naukowca było udowodnienie, że nieszlachetne metale przetrzymywane w stałej temperaturze przez długi okres czasu przemieniają się w złoto. Pobocznym zastosowaniem regulatora było wykorzystanie tego urządzenia w inkubatorze do wykluwania piskląt. Przeznaczenie tego mechanizmu w ówczesnych czasach nie było ukierunkowane na zastosowanie w budynkach. Z biegiem czasu urządzenie to zostało wykorzystane w piecach ciepłowni dostarczających ciepła wodę do wszelakiego zastosowania.

Kolejnym przykładem rewolucyjnego wynalazku, który został wykorzystany w automatyce domowej jest regulator ciśnienia. Regulator ten został odkryty przez francuskiego uczonego Denisa Papina w XVII wieku. Jego pierwotnym zastosowaniem nie było poprawie komfortu życia domowego, lecz regulacja ciśnienia w silniku parowym. Silniki parowe napędzające wszelakie urządzenia w ówczesnych czasach, musiały pracować ze stałym ciśnieniem. Przed odkryciem regulatora przez francuza, utrzymanie stałego ciśnienia w silniku przez długi okres czasu było nieosiągalne. Powodowało to skrócenie czasu życia danego silnika. Wynalazek Denisa Papina zastosowany w maszynie parowej, spotkał się z dużą akceptacją w przemyśle, co skutkowało wykorzystaniem regulatora na szeroka skale produkcyjną. Domowe wykorzystanie tego urządzenia przypisywane jest na wiek XX.

Ponowną prace nad regulatorem pływakowym odkrytym w III wznowiono w XVIII wieku. Dalszy rozwój tego urządzenia wymusiły dziedziny takie jak dystrybucja wody w systemach domowych oraz kotły parowe silników parowych. Najwcześniej znane użycie regulatora zaworu pływakowego w kotłach parowych napomniane zostało w XVIII wieku przez J. Brindleya. Angielski naukowiec zastosował ten regulator w silniku parowym przeznaczonym do pompowania wody. Kolejne udokumentowane zastosowania regulatora pływakowego to silnik parowy w browarze oraz maszyna parowa napędzająca wentylator pieca na Syberii. Pierwsze zastosowanie tego regulatora w automatyzacji budynków przeznaczone było do płukania toalet. W XIX wieku toaletę ze spłuczką udoskonalił londyński hydraulik Thomasa Crapper. Za to odkrycie został uhonorowany tytułem szlacheckim kawalera przez królową Victorie. Od tego czasu, ze wzrostową tendencją rozpoczęto stosowanie regulatorów oraz innych nowinek technicznych w celu poprawienia standardu mieszkaniowego człowieka.

2.3 XX wiek – eksplozja mechanizmów i rozwiązań dla automatyki domowej.

Z punktu widzenia automatycznych rozwiązań dla budynków najważniejsze wydarzenia to wojny światowe oraz rozwój telefonii i masowej komunikacji. Komunikacja masowa i szybsze sposoby przemieszczania się z miejsca na miejsce stopniowo powodowały, że świat stawał się coraz mniejszy. Ludzie usiłowali określić swoje miejsce w społeczności globalnej, a głowy bardziej rozwiniętych narodów planowały poszerzenie terenów państw. Konsekwencją tego były wojny światowe, w których rozwój systemów automatycznych, systemów sterowania oraz systemów wykorzystujących zasadę sprzężenia zwrotnego był głównym czynnikiem przetrwania. Wyścig zbrojeń podczas wojen spowodował eksplozje nowych technologii, nad którym ciężko pracowano w drugiej połowie XX wieku.

2.3.1 Analiza częstotliwościowa systemów automatyki

Podejście matematyczne do analizy systemów sterowania, prowadzonych z wykorzystaniem równań różniczkowych było główną domeną przed XX wiekiem. W 1920 roku w laboratoriach telefonicznych Bella rozpoczęto badania i zastosowano w systemach telekomunikacji podejście oparte na dziedzinie częstotliwościowej. Główne metodyki tego podejścia to miedzy innymi transformata Laplace’a oraz Fouriera. Z tego okresu wywodzą się również syntezy układów regulacji automatycznej wykorzystujące charakterystyki częstotliwościowe Nyquista oraz Bode’go.

Harold Stephen Black pracujący w laboratoriach Bella prowadził prace nad zagadnieniem telefonii międzykontynentalnej. Po kilku latach zmagania się z problemami zniekształceń i niestabilnością sygnałów, powiększania pasma sygnału dla utrzymania dużego ruchu w sieci oraz szumami w sieci zaproponował zastosowanie ujemnego sprzężenia zwrotnego (zagadnienie znane i wykorzystywane w dzisiejszej automatyce budynkowej). W ten sposób naukowiec stworzył koncepcje stabilnych wzmacniaczy z ujemnym sprzężeniem zwrotnym – zademonstrował i udowodnił użyteczność sprzężenia zwrotnego do redukcji zniekształceń wzmacniaczy regenerujących. Dopracowaniem tego rozwiązania zajęli się inni pracownicy laboratorium Bella. Harry Nyquist rozwiązał zagadnienie regeneracji w zastosowaniu do projektowania stabilnych wzmacniaczy[2]. Efektem pracy było opracowanie kryterium stabilności układów z zamkniętym sprzężeniem zwrotnym w dziedzinie częstotliwościowej. Prace nad analizą częstotliwościową w laboratorium Bella prowadził również Hendrik Wade Bode. Badał on stabilność pętli sprzężenia zwrotnego z wykorzystaniem koncepcji zapasu amplitudy i fazy. Pracował również nad charakterystyką częstotliwościową na płaszczyźnie zespolonej. Wprowadził on koncepcje zapasu amplitudy i fazy oraz wskazał na ich zależność z kryterium stabilności Nyquista.

2.3.2 Teoria serwomechanizmów

Innym kluczowym zagadnieniem w kontekście automatyki domowej było opatentowanie serwomechanizmów. Zapotrzebowanie na serwomechanizmy wymuszone było wzrastającą liczbą zastosowań symulatorów analogowych. Przykładem takich symulatorów były np. analizator sieci w energetyce oraz analizator różniczkowy do rozwiazywania różnorodnych problemów. Badania amerykańskiego naukowca skupione były głównie na różnicy pomiędzy dodatnim i ujemnym sprzężeniem zwrotnym nie uwzględniając opisanej w rozdziale 2.3.1 teorii Black’a. Amerykanin do określenia charakterystyki serwomechanizmów użył krzywych znormalizowanych i parametrów takich jak stała czasowa oraz współczynnik tłumienia, lecz nie wspomniał nic o analizie stabilności układów.

2.3.3 Techniki cyfrowe oraz ich zastosowanie w automatyce budynkowej

W połowie XX wieku rozpoczęto masowy rozwój automatyki domowej, którego celem była poprawa standardu życia człowieka. Automatykę budynkową oparto na opisanych we wcześniejszych rozdziałach mechanizmach i technologiach. Rozpoczęto od najbardziej potrzebnych uproszczeń, takich jak pralki automatyczne lub zmywarki do naczyń. W 1966 roku amerykański inżynier Jim Sutherland zaprezentował pierwszy, w pełni automatyczny system zarzadzania domem - Echo IV. W ślady Sutherland‘a poszło wiele innych osób oraz organizacji, ale ograniczenia techniczne ówczesnych czasów i niebotyczne koszty związane z produkcja, nie pozwoliły na komercjalizacje wielu pomysłów. Większość z nich za hobbystyczne wymysły oraz niepotrzebne ciekawostki.

Przełom nie tylko w automatyce budynkowej ale w całym świecie automatyzacji, informatyki, cybernetyki, fizyki oraz wielu innych dziedzin zaawansowanych technologicznych spowodowany był rozwojem technologii krzemowej i odkryciem mikrokontrolera. Konsekwencja tego było rozpowszechnienie na przełomie lat 70. i 80. XX wieku, wydajnych, relatywnie tanich, i niewielkich komputerów.

Termin „Inteligentny budynek” został wprowadzony w życie w 1984 roku przez związek amerykańskich deweloperów. Od tego czasu technologie zaczęły trafiać nie tylko do firm i zakładów przemysłowych, ale również do zwykłych domów. Na chwile obecna na rynku dostępnych jest niewyobrażalna liczba produktów oraz rozwiązań (opisana w dalszej części pracy) zapewniających komfort i wygodę w codziennym wykorzystaniu budynku. Ostatnie 30 lat było kluczowe dla automatyki. Współcześni automatycy nie ustają w swoich pracach i każdego dnia pracują nad nowymi udoskonaleniami. W kolejnym rozdziale opisane zostały podstawowe dla dzisiejszych czasów elementy automatyki budynkowej oraz cechy Inteligentnego budynku.

1. Inteligentny Budynek – cechy, technologie i systemy

Opisany w poprzednim rozdziale rozwój automatyki domowej, który nasilił się w na przełomie XX i XXI wieku doprowadził do powstania i stosowania na szeroką skale zawansowanych technik – systemów inteligentnego budynku. Efektem prac i badań grup inżynierskich, skupionych przy firmach zajmujących się automatyką, było opracowanie kilku rodzajów systemów automatyki budynkowej. Spośród nich najbardziej znane i najczęściej stosowane są oparte na architekturze o dedykowaną magistrale, która służy do przesyłania danych pomiędzy połączonymi elementami sieci – europejski standard KNX oraz amerykański standard Lon-Works. Nie są one jedynymi standardami używanymi w dzisiejszych zastosowaniach domowych.

* 1. Inteligentny budynek

Pojęcie „Inteligentny budynek” zwane również inteligentnym domem, po raz pierwszy pojawiło się w 80. latach ubiegłego stulecia. Termin ten zastosowano w Stanach Zjednoczonych podczas, gdy wzrosło zapotrzebowanie w sektorze przemysłowym na nowoczesne rozwiązania z systemów kontroli produkcji zautomatyzowanej. W dużych halach, gdzie produkowane były samoloty w procesach o wysokim stopniu automatyzacji oraz robotyzacji pojawiły się problemy zarzadzania, sterowania, wyposażenia i zmienności funkcji. Dostosowanie pomieszczeń fabrycznych i biurowo-projektowych do ciągle zmieniającej się produkcji wymagało ogromnych nakładów sił. Wtedy pojawiło się pojęcie „Intelligent Building System” na początku nie do końca rozumiane. Intuicyjnie chodziło o wykorzystanie i zastosowanie metod i narzędzi informatycznych do optymalizacji eksploatacji danych obiektów w takim stopniu, aby wspierane było działanie procesów odbywających się w pomieszczeniach. Sprzyjającym czynnikiem był również postęp opartej na krzemie techniki mikroprocesorowej w dziedzinach informatyki, telekomunikacji oraz elektroniki. Na tej podstawie powstały pierwsze systemy zarządzające budynkiem, oparte na sterowaniu systemami ogrzewania, oświetleniem, wentylacji i klimatyzacji HVAC. W prostym rozumieniu można opisać ten termin jako zaawansowany budynek, który zapewnia użytkownikowi bezpieczeństwo i wygodę przy jednoczesnym ograniczeniu kosztów eksploatacji, łącząc w sobie innowacje technologiczne [4].

Obecnie nowoczesne budynki zawierające układy automatyki oraz sieci komunikacyjne umożliwiające pełna kontrole i sterowanie nad obiektem. Współczesne instalacje inteligentnych budynków, takie jak np. EIB, KNX czy LCN, bez żadnych przeszkód realizują zadania BMS( ang. Building Management System). Do zadań tych należą sterowanie i monitorowanie systemów zabezpieczeni oraz wszystkich systemów technicznych automatyki budynkowej.

Systemy te zapewniają integracje wielu instalacji znajdujących się w jednym budynku i dzięki temu zapewniona jest współpraca, a także wymiana informacji miedzy tymi instalacjami. Dodatkowym atutem jest możliwość centralnego monitorowania stanu wszystkich dostępnych urządzeń z dowolnego miejsca w danym obiekcie oraz sterowania zintegrowanymi instalacjami przez moduł GSM lub Internet.

* 1. Cechy inteligentnego budynku

Do głównych cech inteligentnego budynku należą:

* Wysoki poziom estetyki budynku
* Wysoki poziom automatyzacji prac biurowych
* Wykorzystanie zaawansowanych technik telekomunikacyjnych
* Możliwość dokonywania szybkich zmian lokalizacyjnych wewnątrz budynku
* Automatyczna eksploatacja systemów budynku

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

* Inteligentne sensory
* Okablowanie strukturalne
* Jednostka nadzorująca
* Jednostki sterujące

Inteligentne sensory oraz jednostki sterujące są przykładem zastosowania systemów wbudowanych. Funkcja jednostki nadzorującej spełniona jest w większości przypadków przez komputer stacjonarny umieszczony w centralnej części zarzadzania budynkiem. Jeżeli rozpatrywany jest przypadek domu mieszkaniowego to funkcje jednostki nadzorującej spełnia mikrokontroler trzymany w szafie sterowniczej budynku. Okablowanie strukturalne zapewnia komunikacje w obiekcie.

* 1. Systemy inteligentnego budynku i ich usługi

Na rys. 2 przedstawione zostały funkcje spełniane przez inteligentny budynek, które zostaną opisane w dalszej części pracy.



**Rys. 2** Funkcje spełniane przez inteligentny budynek [5].

Główne systemy, które podlegają sterowaniu i nadzorowaniu to:

* System modułowych mebli i ścian
* Siec telefoniczna
* System kontroli dostępu
* System przeciwpożarowy
* Lokalna sieć komputerowa
* System grzewczy, wentylacyjny i klimatyzacyjny
* System sterowania oświetleniem
* System pogodowy
* System sterowania oddymianiem pożarowym
* System antywłamaniowy

Lokalna sieć komputerowa oraz siec telefoniczna stanowią system informacyjny budynku. Pozostałe to systemy funkcjonalne i ochronne. Jak zostało wspomniane wcześniej osia całego budynku jest siec informatyczna.

Do usług inteligentnych budynków należą:

* Zarzadzanie pomieszczeniami
* Administracja obiektu
* Sterowanie instalacjami
* Sterowanie urządzeniami wykonawczymi
* Komunikacja wewnętrzna
* Komunikacja zewnętrzna
* Kontrola dostępu
* Ochrona przeciwpożarowa
* Ochrona przeciwwłamaniowa
* Monitorowanie budynku
* Monitorowanie pracy systemu
* Monitorowanie użytkowników

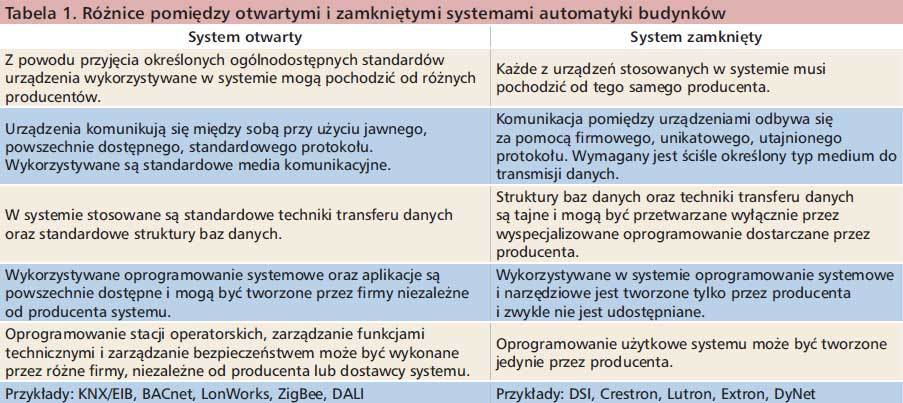
Inteligentne systemy budynku są odpowiedzialne za zadania, które w tradycyjnym rozwiązaniu wymagałyby udziału człowieka. Zakres realizowanych funkcji jest zależny przede wszystkim od rodzaju obiektu.

W ramach zarzadzania system odpowiedzialny jest za przydział i gospodarowanie pomieszczeń, a także prowadzenie podstawowych zadań administracyjnych. System przejmuje sterowanie nad multimedialna komunikacja zewnętrzną i wewnętrzną. Jedna z najważniejszych funkcji jest monitorowanie budynku oraz pracy systemu. Innym ważnym zadaniem jest czuwanie nad ochrona obiektu. Można tu wymienić takie aspekty jak ochrona przeciwpożarowa, kontrola dostępu oraz ochrona przeciwwłamaniowa.

Wyżej wymienione systemy oraz ich usługi wykorzystywane są przez oprogramowanie zarządzające budynkiem. Centrum systemu inteligentnego budynku stanowi BMS(ang. „Building Management System”). Zadaniem BMS jest integrowanie instalacji występujących w obiekcie. Kontroluje on parametry pracy poszczególnych urządzeń, komunikuje użytkownika o problemach i awariach. System udostępnia interfejs graficzny, który w przejrzysty i czytelny sposób pozwala na kontrole parametrów pracy, jak również zmianę wartości nastawionych. Element centralny systemu BMS odpowiada za zarzadzanie obiektem i za jego administracje. Kolejnym elementem systemu jest oprogramowanie oraz i urządzenia służące do sterowania instalacjami obiektu. Ostatni element to blok funkcje ochronne, które nie podlegają wprost BMS lecz przesyłane są informacje o stanach tych instalacji bez jakiejkolwiek możliwości wpływu na zmianę ich stanu.

1. Standardy otwarte automatyki budynkowej

Opracowanie standardów otwartych automatyki budynkowej wymuszone było przez utrudnienia i niedogodności jakie niosły ze sobą zamknięte standardy. Na rynku automatyki budynkowej przez wiele lat dostępne były zamknięte standardy proponowane przez ograniczoną liczbę firm oferujące rozwiązania autorskie. Ich kluczowe elementy były trzymane w tajemnicy. Systemy te nie były kompatybilne z innym , a wiec nabywca, który zdecydował się na określone rozwiązanie, zmuszony był przyjąć jednolity system w danej instalacji lub w całym budynku. Rozwiązanie to było z punktu widzenia producenta było bardzo wygodne i dochodowe, ponieważ nie elementy wykonawcze danego systemu można było nabyć tylko u niego. Spowodowane to było wspomnianym wcześniej brakiem kompatybilności z innymi systemami oraz urządzeniami. Z punktu widzenia inwestora rozwiązanie to wymagało poniesienia bardzo wysokich kosztów inwestycyjnych. Dlatego właśnie dotyczyło ono tylko instytucji takich jak lotniska, stadiony, biurowce oraz budynków użyteczności publicznej, ponieważ te instytucje mogły pozwolić sobie na tak poważne koszty. Wszystkie różnice miedzy zamkniętymi i otwartymi standardami automatyki budynkowej zawarte zostały w tabeli 1.



**Tab. 1** *Porównanie otwartych i zamkniętych standardów sieci automatyki budynkowej* [6].

Te wszystkie wady zamkniętego standardu spowodowały, że rozpoczęto prace nad uniwersalnym i kompatybilnym rozwiązaniem. Przez kilka firm został opracowany tzw. otwarty standard automatyki budynkowej, którego nadzorowany był przez organizacje i ośrodki badawcze. System ten charakteryzuje się dostępnymi publicznie protokołami i architekturą zatwierdzoną przez producentów, instytucje normalizujące oraz integratorów. Takie podejście sprawiło, że każda firma na świecie jest w stanie wyprodukować komponent mogący stać się częścią otwartego systemu. Na europejskim rynku od kilkunastu lat prym wiodą trzy międzynarodowe standardy sieci automatyki: LonWorks, KNX i BACnet. Są one dedykowane do aplikacji w systemach zarzadzania infrastrukturą budynków oraz sterowania.

Na chwile obecna cechą systemów zamkniętych jest mała liczba producentów. Spowodowane to jest dużą konkurencyjnością systemów otwartych, które są dużo tańsze i bardziej popularne. Wciąż jedna istnieją obszary gdzie stosowanie systemów zamkniętych jest lepszym rozwiązaniem. Jedna z cech instalacji budynkowych jest ich odpowiedni poziom bezpieczeństwa. Podsystem określane jako krytyczne, czyli przeciwpożarowe, ostrzegania lub kontroli dostępu powinny być wykonywane jak systemy zamknięte. Wyższe koszty inwestycyjne idą w parze z większym bezpieczeństwem. Użytkownik ma pewność ze dany system jest zabezpieczony i nikt z zewnątrz nie ma możliwości podłączenia się do niego, ponieważ nie posiada kompatybilnych urządzeń.

* 1. BACnet

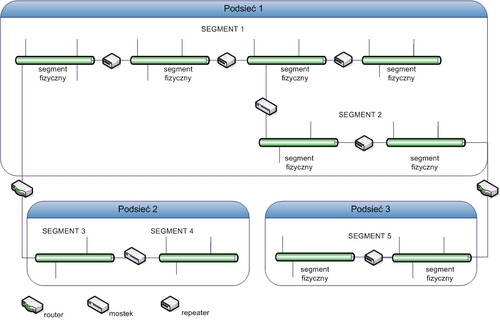
Pierwszym z omawianych otwartych systemów jest BACnet, który na obecna chwile rozwijany jest od 1987 roku. Pierwsza publicznie dostępną na rynku wersja BACnet pojawiła się w 1995 roku, a jej producentem nieprzerwanie do teraz jest firma ASHRAE (American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers).

BACnet składa się z 4 warstw zgodnych z modelem ISO/OSI. W skład warstw wchodzą:

* warstwa fizyczna
* warstwa danych
* warstwa sieci
* warstwa aplikacji

System ten standaryzuje warstwę sieci i aplikacji, nie określa on natomiast dwóch pozostałych warstw. Pozwala to na wykorzystanie różnych mediów transmisyjnych. Do tej grupy zaliczyć można Ethernet(prędkość 10 Mb/s) oraz (prędkość 15 kb/s). Aby pracować w danym systemie na większej powierzchni co równoznaczne jest ze zwiększeniem odległości pomiędzy segmentami sieci, wykorzystywane są podsieci BACnet - repeatery lub mosty, których charakterystyczna cecha jest dwubitowy adres.

Na rys. 3 przedstawiona została intersieć BACnet.



**Rys 3**. *Intersieć BACnet [6]*

Każde z urządzeń podsieci BACnet ma swój lokalny adres MAC, który w połączeniu z adresem podsieci jednoznacznie określa położenie danego urządzenia w sieci. Wytworzone podsieci są segregowane i łączone w siec główna za pomocą routerów, która obrazuje rys 7.

W standardzie tym zdefiniowano podstawowe funkcje pozwalające na dostęp do urządzeń oraz dostęp do informacji przepływających przez sieć. Dzięki temu możliwe są dodatkowe czynności takie jak np. obsługa alarmów i zapewnienie bezpieczeństwa. Wyróżnić równie można usługi obsługujące alarmy oraz zdarzenia, usługi dostępu do pliku, usługi dostępu do obiektu, usługi zdalnego zarzadzania urządzeniem itp. [6], [5].

* 1. KNX

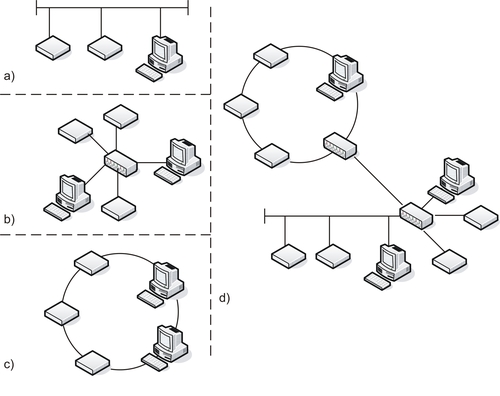
W 2002 roku połączono istniejące standardy EIB, Batibus oraz EHS, w wyniku czego powstał jednolity europejski standard nazwany KNX. Wszystkie organizacje odpowiedzialne za fuzje technologii utworzyły stowarzyszenie Konnex. Zadaniem stowarzyszenia jest promowanie jednolitego standardu.

KNX/EIB wykorzystuje 5 warstw modelu ISO/OSI:

* Warstwa aplikacji
* Warstwa transportowa
* Warstwa sieciowa
* Warstwa danych
* Warstwa fizyczna

Podstawowym medium transmisji w standardzie KNX jest skrętka ekranowa z zasilanie 24VDC tzw. KNX TP1. Zgodnie z założeniami standard ten charakteryzuje się odseparowaniem obwodów zasilania urządzeń od obwodów pozwalającymi na sterowanie.

W KNX dane transmitowane są z prędkością 9.6 kb/s. Każdy segment skrętki może być długi na maksymalnie 1000 metrów. Podstawową częścią sieci KNX jest linia, na której może być zgrupowane nawet 64 urządzenia magistralowe. Standard ten pozwala na realizacje trzech topologii połączeń sieciowych: gwiazdy, linii oraz pierścienia. W KNX wymienione topologie można łączyć ze sobą w dowolny sposób. Na rys. 3 zostały zobrazowane wszystkie 3 topologie oraz ich wspólne połączenie możliwe do zrealizowania w KNX.



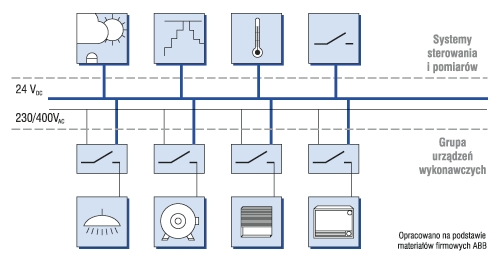
**Rys. 4** *Topologie sieci stosowane w automatyce budynkowej: a) linia b) gwiazda c) pierścień d) mieszana[6]*

Magistrale charakteryzuje jedna linia główna, do której może być dołączone 15 linii z wykorzystaniem sprzęgieł liniowych. Sprzęgła te zasilane są z linii położonej niżej w hierarchii zasilania. Dalsza rozbudowa systemu możliwa jest przy skonstruowaniu podobnych obszarów i połączeniu ich linią obszarową za pomocą sprzęgieł obszarowych. Sprzęgła te służą do separacji galwanicznej poszczególnych linii oraz do odczytywania telegramów adresowanych jedynie do urządzeń ograniczonych danym obszarem.

Kolejnym elementem KNX są węzły. Głównym elementem węzła jest port magistralowy. Port ten funkcjonalnie można podzielić na dwa moduły, takie jak moduł sterownika oraz moduł komunikacji z magistralą. Moduł sterownika dzięki jednostce procesorowej CPU, pamięci, interfejsów użytkownika oraz komunikacji z siecią odpowiada za przechowywanie i przetwarzanie chwilowych wartości systemu i aplikacji. Drugi moduł odpowiada za sterowanie procesem odbioru danych oraz ich wysyłania, poprawność przesyłanych telegramów, separacje stałego napięcia zasilania magistrali z cyfrowym strumieniem danych oraz ochronę portu magistralowego.

W KNX można wyróżnić następujące typy adresów

* fizyczny, unikatowy numer określający rzeczywiste położenie elementu w systemie
* grupowy, przyporządkowujący dany element do przypisanej funkcji oraz urządzeń współpracujących



**Rys 5** *Idea sieci KNX*

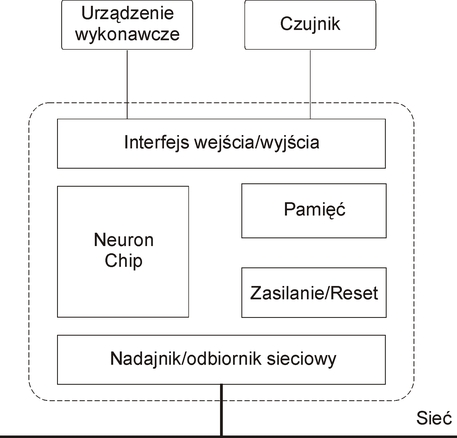
Na rysunku 5 zobrazowano opisaną siec KNX.

* 1. LonWorks

Standard LonWorks został zaprojektowany i opracowany przez firmę Echelon współpracując z firmami takimi jak Toshiba i Motorola. Podstawowe komponenty tego standardu to: protokół komunikacyjny LonTalk, kontroler Neuron Chip oraz dedykowany język programowania będący zmodyfikowaną wersja ANSI C – Neuron C. Podstawowym medium transmisji LonWorks jest powszechna para skręcona. Prędkość transmisji danych, w przypadku stosowania przewodów, wynosi 78,125 Kb/s. Standard ten do komunikacji pozwala wykorzystywać takie media jak siec energetyczna, światłowód fale radiowe oraz tunelowanie IP.

Produkt firmy Echelon pozwala na zastosowanie trzech połączeń oraz ich dowolnej kombinacji. W jednym segmencie sieci dozwolona jest praca 128 urządzeń.

Podstawowym elementem sieci LonWorks jest węzeł, urządzenie zawierające w sobie Neuron Chip oraz posługujące się protokołem LonTalk. Neuron Chip to mikroprocesorowy kontroler, realizujący funkcje odpowiadające za rozwiązywanie konfliktów dostępu do wspólnej magistrali, adresowanie i dostarczanie przesyłek sieciowych, zabezpieczenie transmisji, formatowanie danych przesyłanych przez sieć, autoryzacje węzłów, zapewnienie maksymalnej przepustowości łączy[6]. Przykład węzła przedstawia rysunek 6.



**Rys. 6** *Schemat węzła sieci LonWorks*

Węzły sieci definiowane są na podstawie adresów takich jak adres fizyczny, adres logiczny adres grupowy oraz adres typu brodcast. Dane pomiędzy węzłami przesyłane są za pomocą standardowych zmiennych sieciowych (SNVT – Standard Network Variable Types) przechowujących informacje o np. wielkościach mierzonych przez czujniki lub wielkościach zadanych urządzeniom wykonawczym.

Bibliografia

[1] Marco Schwartz, *Arduino Home Automation Projects.* Birmingham, 2014

[5] <http://www.chronmyklimat.pl/projekty/energooszczedne-4-katy/wiadomosci/inteligentny-dom-i-mieszkanie>

[3] <http://www.tunguska.pl/starozytna-automatyka/>

[4] [http://www.pwszchelm.pl](http://www.pwszchelm.pl/)

[6] <http://automatykab2b.pl/technika/1944-automatyka-budynkowa#.VOrdU_mG98E>