

# System automatyki inteligentnego budynku, część 1

**PROJEKT Z OKŁADKI**



Gwałtowny rozwój mikroelektroniki i systemów mikroprocesorowych, który miał miejsce w ostatnich latach spowodował, że coraz więcej urządzeń powszechnego użytku zyskuje dodatkowe cechy użytkowe, których uzyskanie nie byłoby możliwe bez wykorzystania połączenia części sprzętowej z oprogramowaniem. Dodatkowo, coraz więcej takich urządzeń potrafi współpracować ze sobą wykorzystując różnego rodzaju media komunikacyjne, co w rezultacie staje się przyczynkiem powstawania inteligentnego otoczenia, w którym żyje człowiek. Bardzo popularną tendencją staje się obecnie projektowanie systemów sprzętowo-informatycznych pozwalających na realizację idei inteligentnych mieszkań, domów czy biur.

**Rekomendacje:**

w artykule przedstawiono projekt układu sprzętowego oraz odpowiednie oprogramowanie przeznaczone do budowy systemu automatyki. Zwrócono jednak szczególną uwagę na aplikacje związane ze sterowaniem urządzeń wchodzących w skład obiektów mieszkalnych, biurowych i tym podobnych – w celu stworzenia struktury inteligentnego budynku.

Artykuł jest przeznaczony dla wszystkich Czytelników – zarówno tych, którzy planują konstrukcję podobnego systemu, lub po prostu zainteresowanych nowymi zastosowaniami elektroniki.

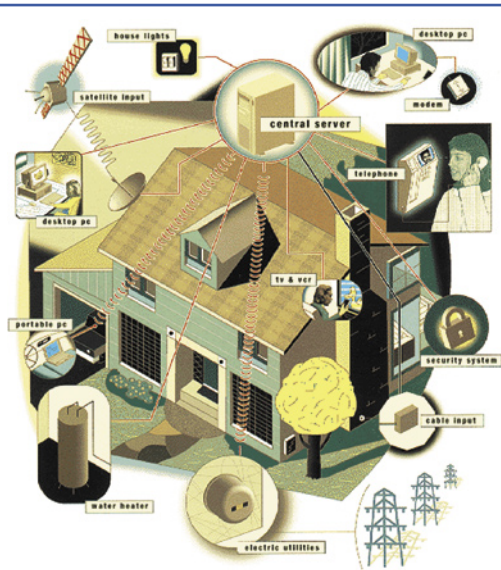
Podstawową cechą prezentowanego systemu jest jego uniwersalność. W celu jej zapewnienia przewidziano możliwość zmiany oprogramowania części nadzorczej, pozwalającą na zmianę sposobu działania systemu. Rozwiązanie to umożliwia również zaprojektowanie i dołączenie do systemu nowych komponentów.

Działanie części sprzętowej zostało oparte o mikrokontrolery rodziny '51 oraz o inne specjalizowane układy scalone. Dobór konkretnego typu mikrokontrolera do realizacji danego

modułu następował na drodze oceny jego możliwości obliczeniowych po przeanalizowaniu złożoności algorytmu sterowania rozważanej aplikacji. Jako mikrokontroler nadrzędny (sterujący pracą modułu nadrzędnego) zastosowany został mikrokontroler DS89C450 firmy Maxim, dysponujący obecnie jedną z największych mocy obliczeniowych wśród mikrokontrolerów kompatybilnych ze standardowym 8051. Wybór mikrokontrolerów rodziny '51 został podyktowany ich popularnością. Nic jednak nie stoi

**Inteligentny dom**

Idea inteligentnego domu jest implementowana na wiele różnych sposobów, spośród których największe uznanie (w skali przemysłowej) zyskał system EIB. Niezależnie od wykorzystywanych mediów, idea pozostaje taka sama: zintegrowanie systemów sterowania oraz zautomatyzowanie obsługi wszelkiego rodzaju urządzeń domowych. Jedną z możliwych realizacji tej idei przedstawiamy w artykule.



na przeszkodzie, aby podobny system został zbudowany w oparciu o innego rodzaju mikrokontrolery, zwłaszcza, że oprogramowanie napisane w języku C może być łatwo przeniesione na platformy inne niż '51 – oczywiście w takim przypadku będzie konieczna przeróbka układów sprzętowych.

## Architektury systemów automatyki

Tendencja budowania nowoczesnych budynków wyposażonych w inteligentne systemy automatyki wymusiła na dostawcach sprzętu elektronicznego i producentach mikrokontrolerów opracowanie odpowiednich technologii mogących sprostać tego typu zadaniom. Nie unikając w możliwości funkcjonalne konkretnych systemów, warto zwrócić uwagę na występujące wśród nich architektury.

## Systemy o sterowaniu skupionym

Działanie systemów tego typu oparte jest na współpracy jednostki centralnej (sterownik mikroprocesorowy, komputer, itp.) z zespołem urządzeń (czujniki, elementy wykonawcze) nie potrafiących wykonywać swoich zadań bez nadzoru. Rozwiązanie takie stosuje się obecnie coraz rzadziej ze względu na duże koszty budowy systemu.

## Systemy typu Master – Slave

Praca tego typu układów automatyki opiera się na współdziałaniu sterownika nadrzędnego z pewną liczbą inteligentnych układów podrzędnych. Zaletą tego rozwiązania jest możliwość stosowania praktycznie dowolnego medium transmisyjnego. Niezależnie od liczby współpracujących elementów, ich inteligencja pozwala na pełną realizację transmisji danych przy użyciu pojedynczej pary przewodów. Wadą tego rozwiązania jest konieczność zapewnienia niezakłóconej komunikacji ze sterownikiem nadrzędnym.

## Systemy rozproszone

Rozproszone systemy sterowania są obecnie stosowane coraz częściej ze względu na ich niewątpliwą zaletę, jaką jest bezpośrednie komunikowanie się ze sobą elementów systemu chcących wymienić dane. Przy wykorzystaniu odpowiednio szybko medium transmisyjnego rozwiązanie to pozwala na jednoczesne wykonywanie wielu operacji, bez

konieczności wprowadzania jakiegokolwiek urządzenia nadzorczego. Dodatkową zaletą tego typu instalacji jest możliwość działania części systemu w przypadku uszkodzenia linii transmisyjnej. Duża elastyczność konfiguracyjna rozproszonych układów sterowania jest okupiona niestety koniecznością stosowania skomplikowanych protokołów komunikacyjnych, zapewniających bezkolizyjną i pewną transmisję danych.

## Nasz system – konfiguracja mieszana

Zalety i wady poszczególnych systemów dają się łatwo grupować i wzajemnie eliminować, tworząc w ten sposób układ o pożądanym w danym momencie cechach. Najczęściej stosuje się połączenie systemów rozproszonych i systemów Master-Slave. Zazwyczaj stosuje się w takich rozwiązaniach komunikację opartą o strukturę pytanie-odpowiedź, co eliminuje możliwość występowania kolizji w kanale transmisyjnym. Każdy sterownik podrzędny posiada też możliwość wykonywania prostych zadań niezależnie od działania całego systemu i bez wprowadzania dodatkowego obciążenia dla sterownika głównego. Prezentowany system automatyki inteligentnego budynku należy właśnie do tej grupy konfiguracyjnej.

## Rozwiązania sprzętowe systemu

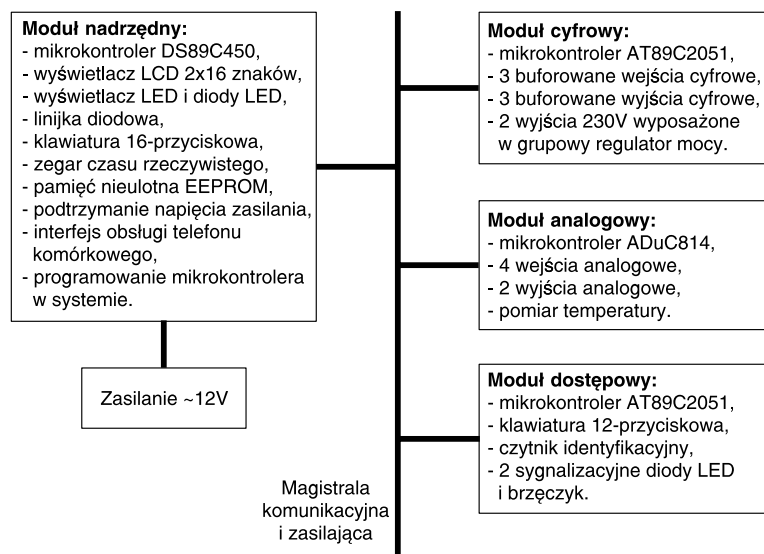
Poniżej przedstawiono opis rozwiązań sprzętowych zastosowanych do budowy prezentowanego systemu. Omówiono tutaj zarówno sposób rozwiązania okablowania struk-

turalnego, jak również rozwiązania układowe wykorzystane do budowy współpracujących modułów tworzących wspólnie kompletny system automatyki. Na **rys. 1** przedstawiono schemat blokowy systemu opisywanego w tym artykule. Przedstawiony system składa się z modułu nadrzędnego (Master) oraz trzech modułów podrzędnych (Slave).

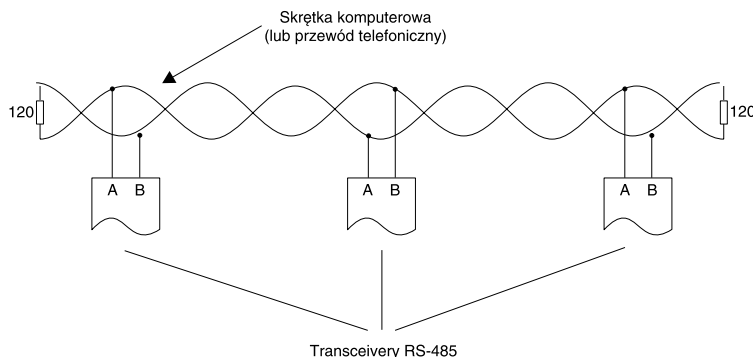
## Medium transmisyjne

Standardowym i obecnie ciągle najczęściej stosowanym rozwiązaniem jest transmisja danych przy użyciu przewodów. Transmisja przewodowa wymaga jednak budowy instalacji połączeniowej pomiędzy wszystkimi elementami systemu, co nie zawsze jest tanie i proste. W przypadku budynków nowo budowanych (zwłaszcza o przeznaczeniu biurowym czy komercyjnym) wyposaża się je w okablowanie strukturalne zapewniające transmisję danych również dla układów automatyki.

Alternatywą do stosowania połączeń przewodowych jest wykorzystanie do transmisji danych sieci energetycznej 230 V (technologia PLC). Dzięki odpowiednim układom transmisyjnym można za pomocą instalacji elektrycznej przesyłać dane w obrębie całego budynku. Wadą takiego rozwiązania jest zazwyczaj niewielka prędkość transmisji. W przypadku stosowania skomplikowanych technik modułacyjnych ograniczenie to co prawda może być wyeliminowane, jednak pojawia się wówczas niebezpieczeństwo działania instalacji elektrycznej budynku w charakterze anteny emi-



Rys. 1. Schemat blokowy systemu inteligentnego budynku



Rys. 2. Struktura magistrali RS-485

tującej szerokopasmowe zakłócenia wpływające negatywnie na łączność radiową.

Występowanie w układzie automatyki elementów pracujących w sposób mobilny, pociąga za sobą konieczność zastosowania bezprzewodowego medium transmisyjnego. W przypadku komunikacji na niewielkie odległości wykorzystywane jest najczęściej światło podczerwone, natomiast przy większych odległościach stosowana jest komunikacja z użyciem fal radiowych o częstotliwościach leżących w jednym z ogólnie dostępnych pasm. W przypadku transmisji radiowej staje się niestety konieczne zapewnienie poufności przesyłanych danych (kodowanie), gdyż ich znaczny zasięg mógłby umożliwić włamanie się do systemu z zewnątrz.

W przypadku prezentowanego systemu podstawowym medium transmisyjnym jest standardowa skrętka komputerowa, często instalowana w nowo budowanych obiektach z przeznaczeniem nie tylko na realizację sieci komputerowych. Jednocześnie oprócz transmisji sygnałów, dwie żyły kabla łączącego urządzenia wchodzące w skład systemu odpowiadają za dostarczanie napięcia zasilającego do sterowników podrzędnych.

Jako elektryczny standard transmisji wybrano łącze działające według specyfikacji RS-485, które charakteryzuje się znacznym zasięgiem, łatwością stosowania oraz stosunkowo niską ceną. Standard RS-485 został opracowany z myślą o połączeniach na znaczne odległości o dużej odporności na zakłócenia. Charakterystyczną cechą tego standardu jest wykorzystanie do transmisji w obu kierunkach jednej linii symetrycznej (o przewodach oznaczanych A i B), mogącej pracować w układzie magistrali z wieloma niezależnymi urządzeniami. Przesyłanie sygnału na

magistrali odbywa się w trybie sympleksowym – jedno urządzenie nadaje, reszta odbiera. Symetryczna magistrala komunikacyjna musi być obustronnie terminowana (zakończona rezystorami o wartościach odpowiadających jej impedancji falowej) i może osiągać długość do 1200 m (do 4800 m przy wykorzystaniu czterech pojedynczych odcinków sprzężonych przy użyciu wzmacniaczy).

Ze względu na dość ostre wymagania co do parametrów elementów współpracujących z magistralą, trudno jest w tym przypadku zastosować układy nadajników i odbiorników oparte o elementy dyskretne (tranzystory) czy standardowe bramki logiczne. Z tego powodu do realizacji transceiverów RS-485 wybiera się specjalizowane układy scalone opracowane z uwzględnieniem pełnej specyfikacji standardu. Na **rys. 2** przedstawiono przykładową strukturę magistrali RS-485.

W prezentowanym systemie do realizacji linii transmisyjnej założono stosowanie dwóch oddzielnych linii (dwie pary skrętki), w celu umożliwienia komunikacji dwukierunkowej z maksymalną prędkością (full duplex), w przypadku rozbudowy systemu o dodatkowe urządzenia. Jedna linia służy do przesyłu danych z jednostki nadrzędnej do sterowników podrzędnych i jest stale wystawiana przez nadajnik linii sterownika nadrzędnego (układy podrzędne słuchają na tej linii), natomiast druga odpowiedzialna jest za transmisję w przeciwnym kierunku (do sterownika), a wystawiana jest tylko podczas transmisji z konkretnego modułu podrzędnego. W omawianym systemie przykładowym, możliwości magistrali z dwoma kanałami transmisyjnymi są niewykorzystane (transmisja duosimpleksowa), jednak rezerwa w postaci drugiego kanału transmisyjnego

może być potrzebna przy próbie rozbudowy. W kablu pozostaje wolna jeszcze jedna para skrętki (jedna przeznaczona na zasilanie), która może być wykorzystana w dowolny sposób przez użytkownika.

### Zasilanie systemu.

Do zasilania całości systemu przewidziano wykorzystanie sieci energetycznej 230 V i transformatora dostarczającego do poszczególnych modułów napięcie przemiennie o wartości skutecznej 12 V. W zależności od potrzeb, układy współpracujących sterowników mogą posiadać własne obwody zasilania awaryjnego (podtrzymujące) o niewielkiej pojemności. Takie podtrzymanie napięcia zasilającego ma opracowany sterownik nadrzędny.

Dostarczenie zasilania do poszczególnych modułów składowych systemu rozwiązano dwojako, w zależności od przewidywanego obciążenia. Zasilanie części inteligentnej modułów zrealizowano wykorzystując wspomnianą wcześniej dodatkową parę przewodów kabla komunikacyjnego, dostarczając za jej pośrednictwem napięcie przemiennie 12 V z transformatora znajdującego się w pobliżu modułu nadrzędnego. Umożliwiło to eliminację dodatkowych przewodów zasilających dla zespołów o niewielkim poborze mocy. Zastosowanie napięcia niestabilizowanego (a dodatkowo przemiennego) podyktowane zostało koniecznością jego dostarczenia na znaczną odległość (równą odległości pomiędzy modułem nadrzędnym, a najbardziej oddalonym modułem podrzędnym). Wykorzystanie w takim samym układzie stabilizowanego napięcia stałego prowadziłoby do występowania strat i w krytycznej sytuacji uniemożliwiłoby poprawną pracę systemu poprzez niewystarczającą wartość napięcia zasilającego. Dlatego każdy z modułów sam dba o stabilizację napięcia zasilania.

W przypadku komponentów wymagających większych mocy zastosowano zasilanie doprowadzane zewnętrznie do odseparowanych od reszty urządzenia układów sterujących i przełączających, zdolnych do pracy przy wysokich napięciach i prądach. Rozwiązanie takie zastosowano w module wejść-wyjść cyfrowych omawianego systemu.

**Paweł Hadam**  
**Marek Kopeć**